

# ACCESO AL AGUA Y EL SANEAMIENTO EN LA ECORREGION LACHUÁ, GUATEMALA

## Estudio de caso: diagnóstico general del sector en la comunidad Las Promesas – Nueve Cerros



ESTER MARQUÉS VALDÉS

Trabajo de Fin de Máster

III Máster en Tecnología para el Desarrollo Humano y la  
Cooperación (Universidad Politécnica de Madrid )

Director: José Antonio Mancebo Piqueras (UPM)

Tutor en Guatemala: Marvin Roberto Salguero Barahona  
(USAC)



UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE MADRID

III MÁSTER EN TECNOLOGÍA PARA EL DESARROLLO  
HUMANO Y LA COOPERACIÓN

TRABAJO DE FIN DE MÁSTER

*Acceso al agua potable y el saneamiento en la Ecorregión  
Lachuá, Guatemala. Estudio de caso: diagnóstico general del  
sector en la comunidad Las Promesas – Nueve Cerros*

AUTORA: Esther Marqués Valdés

DIRECTOR UPM: José Antonio Mancebo Piqueras

Septiembre de 2014

## AGRADECIMIENTOS

A:

*Adrián, Paqui y Raquel.*

*La gente de la comunidad Las Promesas – Nueve Cerros.*

*Santiago Vignote, por su ayuda para encontrar las prácticas y por los consejos cuando nada arrancaba.*

*José Luis Armayor (FCAS/AECID, Guatemala), por su asesoramiento.*

*La Facultad de Agronomía de la USAC y la USA del Centro de Salud de Cobán, por su colaboración para realizar los análisis de calidad del agua.*

*Tono, Nery, Sofía, Yoshira, Natacha y todo el personal de la Sede Administrativa del Parque Nacional Laguna Lachuá. En especial a los guardarrecursos por su buena disposición en todo momento y por enseñarme todo lo que ahora sé sobre la Ecorregión Lachuá y la cultura indígena q'eqchi'. A Don Fermín por las aventuras en la moto, a Don Lencho por sus diabluras y a Erick por el merengue.*

*“Si acá en Las Promesas tenemos un problema, ese problema, seño, es por el agua”.*

*Miembro de la comunidad Las Promesas – Nueve Cerros*

*-Si algún día llega acá a nuestra comunidad un estudiante o una organización, ¿esto que usted ha hecho le sirve?*

*-Sí, claro. No hay problema. Pero lo importante es que alguien llegue y les ayude a ustedes con el agua. Si alguien llega, adelante, denle.*

*-...ya. ¿Y si no llega nadie? Usted se va y ya no va a llegar nadie acá a Las Promesas a ver cómo ayudar.*

*Conversación de despedida con el presidente del COCODE de  
Las Promesas – Nueve Cerros*

## ÍNDICE DE CONTENIDO

ÍNDICE DE TABLAS .....	8
ÍNDICE DE GRÁFICOS .....	8
ÍNDICE DE CUADROS.....	8
RESUMEN.....	9
ABSTRACT.....	9
1. PLANTEAMIENTO GENERAL DEL TRABAJO DE FIN DE MÁSTER .....	10
1.1. Marco del TFM.....	10
1.2. Antecedentes .....	12
1.3. Objetivos del TFM.....	13
1.4. Alcance y limitaciones .....	13
2. CONTEXTO .....	14
2.1. Situación geográfica de la zona de estudio.....	14
2.2. Guatemala: características generales y desarrollo humano .....	14
2.3. Contexto departamental y municipal.....	15
2.4. Situación del acceso al agua y el saneamiento y su relación con el desarrollo humano en Guatemala y en Alta Verapaz.....	16
2.5. Marco legal e institucional del sector agua y política hídrica en Guatemala ..	20
2.6. Contexto local: la Ecorregión Lachúa .....	21
2.6.1. Situación geográfica .....	21
2.6.2. Caracterización biofísica.....	22
2.6.3. Caracterización socioeconómica .....	23
2.6.4. Factores determinantes en el desarrollo de la Ecorregión Lachúa .....	29
3. FASES, METODOLOGÍA Y MEDIOS .....	31
3.1. Medios disponibles: recursos humanos y materiales.....	31
3.2. Planteamiento de la idea general del TFM: recopilación de información secundaria y consulta a experto .....	31
3.3. Determinación de la comunidad a estudiar: consultas a actores locales y propuesta al COCODE y a la comunidad.....	32
3.4. Reconocimiento preliminar: croquis de la comunidad, petición de reunión al FC, uso de SIG y recorridos .....	32
3.5. Estudio de la situación del sector del APS en la ERL: información secundaria, observación directa y conversaciones en las comunidades.....	33

3.6.	Estudio de los recursos hídricos disponibles en la comunidad: medidas y cálculos de cantidad y análisis de calidad .....	33
3.7.	Estudio del acceso al agua potable y el saneamiento en la comunidad: observación directa, entrevistas y elaboración de cartografía .....	35
3.8.	Análisis de viabilidad de las alternativas propuestas.....	35
4.	RESULTADOS .....	37
4.1.	Caracterización del acceso al agua potable y el saneamiento en la Ecorregión Lachuá.....	37
4.1.1.	Disponibilidad de agua en la ERL .....	37
4.1.2.	Accesibilidad al agua y el saneamiento en la ERL.....	41
4.1.3.	Agua, saneamiento, salud e higiene en la ERL .....	45
4.1.4.	Ejemplos sobre la situación del acceso al APS en la ERL .....	47
4.2.	Caracterización de la comunidad Las Promesas – Nueve Cerros.....	52
4.2.1.	Situación geográfica .....	52
4.2.2.	Características biofísicas.....	52
4.2.3.	Características socioeconómicas.....	54
4.3.	Situación del acceso al APS en la comunidad .....	62
4.3.1.	Disponibilidad de agua: fuentes disponibles y cantidad de agua en la comunidad.....	62
4.3.2.	Disponibilidad de agua: calidad del agua en fuentes de la comunidad ..	65
4.3.3.	Accesibilidad al agua .....	67
4.3.4.	Estudio del consumo actual de agua en la comunidad .....	75
4.3.5.	El saneamiento en la comunidad .....	76
4.3.6.	Antecedentes de intervenciones en el sector del agua y el saneamiento en la comunidad .....	79
4.3.7.	Agua, saneamiento, salud e higiene en la comunidad.....	79
4.3.8.	Identificación de la problemática del sector del APS en la comunidad ...	82
4.4.	Propuesta de bases para una solución a la problemática identificada .....	84
4.4.1.	Aspectos generales .....	85
4.4.2.	Cálculo de la demanda hídrica.....	86
4.4.3.	Tipos propuestos de sistemas de abastecimiento de agua potable .....	88
4.4.4.	Tipos propuestos de sistemas de saneamiento: tratamiento de aguas grises .....	90
4.4.5.	Tipos propuestos de sistemas de saneamiento: disposición de excretas..	91
4.4.6.	Análisis de la viabilidad de las alternativas .....	91

4.4.7.	Descripción general de la solución recomendada .....	98
4.4.8.	Otros aspectos .....	104
5.	CONCLUSIONES.....	107
6.	RECOMENDACIONES.....	109
7.	FUENTES DOCUMENTALES.....	111
	ABREVIATURAS, SIGLAS Y ACRÓNIMOS .....	116
	ANEXOS .....	118
	Anexo I. Especificaciones para realizar el TFM .....	118
	Anexo II. Metodología: consideraciones para el análisis de resultados y sobre la utilización y elaboración de cartografía .....	119
	Anexo II.a. Estudio de la situación del sector del APS en la Ecorregión Lachuá..	119
	Anexo II.b. Sobre el análisis bacteriológico .....	121
	Anexo II.c. Sobre el análisis físico-químico.....	123
	Anexo II.d. Sobre el cálculo del consumo actual de agua en la comunidad .....	124
	Anexo II.e. Consulta y elaboración de cartografía.....	125
	Anexo III. Acta firmada con la comunidad Las Promesas – Nueve Cerros.....	127
	Anexo IV. Ejemplo de ficha diseñada y usada para toma de datos en entrevistas en las viviendas.....	130
	Anexo V. Documento con resultados del análisis físico-químico de aguas.....	132
	Anexo VI. Documento con resultados del análisis bacteriológico de aguas.....	133
	Anexo VII. Cartografía .....	134
	Anexo VII.a. Situación geográfica de la zona de estudio.....	134
	Anexo VII.b. Mapa general de la Ecorregión Lachuá .....	135
	Anexo VII.c. Mapa general de la comunidad Las Promesas – Nueve Cerros .....	136
	Anexo VII.d. Mapa: acceso al agua y el saneamiento en la comunidad.....	137

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1.	Características generales de Guatemala.....	14
Tabla 2.	Disponibilidad de servicios de agua por tubería y sistema de eliminación de excretas en las viviendas, en áreas urbanas y rurales de Guatemala.....	18
Tabla 3.	Acceso a fuentes mejoradas de abastecimiento de agua e instalaciones de saneamiento mejoradas en áreas urbanas y rurales de Guatemala.....	18
Tabla 4.	Indicadores de la meta 7C (ODM7) en Guatemala.....	19
Tabla 5.	Resultados de análisis físico-químico de aguas naturales en la Ecorregión Lachuá.....	40
Tabla 6.	Abastecimiento de agua y saneamiento en la región Santa Lucía Lachuá.....	41
Tabla 7.	Cobertura de agua y saneamiento en comunidades seleccionadas.....	42
Tabla 8.	Abastecimiento de agua y saneamiento en la Ecorregión Lachuá.....	43
Tabla 9.	Morbilidad prioritaria (región Santa Lucía Lachuá). Diagnósticos seleccionados .....	46
Tabla 10.	Diagnósticos de enfermedades EDA en la región Santa Lucía Lachuá (2011, 2012, 2013)..	47
Tabla 11.	Población de Las Promesas – Nueve Cerros. Datos de distintos años y fuentes.....	55
Tabla 12.	Medios de vida en Las Promesas – Nueve Cerros. Familias con parcela.....	61
Tabla 13.	Medios de vida en Las Promesas – Nueve Cerros. Familias sin parcela.....	61
Tabla 14.	Características de los pozos identificados en Las Promesas – Nueve Cerros.....	63
Tabla 15.	Resultados de análisis bacteriológico de muestras de agua de la comunidad.....	66
Tabla 16.	Resultados de análisis físico – químico de muestras de agua de la comunidad.....	67
Tabla 17.	Formas de acceso al agua para consumo humano en Las Promesas – Nueve Cerros.....	68
Tabla 18.	Formas de acceso al agua para todos los usos en Las Promesas – Nueve Cerros.....	74
Tabla 19.	Consumo de agua diario por persona realizado en Las Promesas – Nueve Cerros .....	75
Tabla 20.	Diagnósticos de enfermedades EDA en Las Promesas – Nueve Cerros (2011, 2012, 2013).	80
Tabla 21.	Valoración de viabilidad de las alternativas de abastecimiento de agua propuestas.....	92
Tabla 22.	Valoración de viabilidad de las alternativas de tratamiento de aguas grises propuestas	96
Tabla 23.	Valoración de viabilidad de las alternativas de disposición de excretas propuestas.....	98
Tabla 24.	Componentes y materiales básicos de una bomba tipo maya.....	100

## ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 1	Fuentes de ingreso de las familias de la Ecorregión Lachuá.....	28
Gráfico 2	Tipos de sistemas de disposición de excretas en la Ecorregión Lachuá.....	44
Gráfico 3	Diagnósticos en el Centro de Convergencia de Las Promesas – Nueve Cerros (2013).....	80

## ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1.	Factores de viabilidad para la alternativa de abastecimiento A3.....	93
Cuadro 2.	Factores de viabilidad para la alternativa de abastecimiento A1.....	94
Cuadro 3.	Factores de viabilidad para la alternativa de abastecimiento A2.....	95
Cuadro 4.	Factores de viabilidad para las alternativas propuestas de tratamiento de aguas grises..	97
Cuadro 5.	Factores de viabilidad para las alternativas propuestas de disposición de excretas.....	98



## RESUMEN

El presente Trabajo de Fin de Máster comprende un diagnóstico general del sector del acceso al agua potable y el saneamiento en la Ecorregión Lachuá (Guatemala), considerando la comunidad Las Promesas – Nueve Cerros como caso de estudio representativo del resto de comunidades de la región

Se presenta diversa información recopilada sobre aspectos del sector que resultan relevantes desde el punto de vista de las intervenciones de cooperación al desarrollo humano. En primer lugar, se caracteriza la situación a nivel de la ERL, atendiendo a la disponibilidad de recursos hídricos y al estado del acceso al agua y el saneamiento en el conjunto de sus comunidades. A continuación se realiza una descripción de la comunidad estudiada, incluyendo tanto sus características biofísicas como las socioeconómicas. Posteriormente, se describe la situación actual del acceso al agua y el saneamiento en la comunidad, teniendo en cuenta aspectos como la calidad y cantidad de los recursos hídricos disponibles en su territorio, así como los modos de acceso al agua por parte de su población y las formas de saneamiento existentes.

En base a los resultados obtenidos, se identifica la problemática referente al sector en cuestión en la comunidad y se propone una serie de aspectos de organización y de alternativas técnicas que podrían formar parte de la solución, tomando en consideración las opiniones, preferencias y demandas que la población tiene al respecto. Finalmente, se analiza la viabilidad de esas alternativas y se describe de forma general la solución propuesta.

## ABSTRACT

The present Master's Thesis covers a general diagnosis of the drinking water and sanitation access sector in Ecorregión Lachuá (Guatemala), considering Las Promesas – Nueve Cerros community as a representative study case of the whole region communities.

Diverse information compiled about these sector aspects which are relevant from the human development cooperation interventions point of view is given. First of all, a characterization is made in the ERL level, attending to the availability of water resources and the condition of water and sanitation access of all the communities. Then, a description of the studied community is undertaken, including both biophysical and socioeconomic characteristics. Subsequently, the current community water and sanitation access is described, considering aspects such as the quality and quantity of the water resources available in the territory as well as the population access modes and the existing sanitation forms.

Based on the obtained results, the community problems of the sector in question are identified and a series of organizational aspects and technical alternatives are proposed as part of the solution, considering the local population opinions, preferences and demands. Finally, the viability of these alternatives is analyzed and the proposed solution is broadly described.

# 1. PLANTEAMIENTO GENERAL DEL TRABAJO DE FIN DE MÁSTER

## 1.1. Marco del TFM

El presente Trabajo de Fin de Máster se enmarca dentro del programa del Máster en Tecnología para el Desarrollo Humano y la Cooperación de la Universidad Politécnica de Madrid. Durante el tercer semestre del máster se realizó una estancia de seis meses en Guatemala, orientada a llevar a cabo las prácticas profesionales, contempladas también en dicho programa y que culminarían con la elaboración del TFM. La mencionada estancia fue posible gracias a una ayuda de viaje concedida a la autora del trabajo por parte la Dirección de Cooperación al Desarrollo de la UPM.

Se firmó un convenio entre la UPM, la entidad de destino (el Bosque Modelo Lachuá de Guatemala<sup>1</sup>) y la alumna. Se firmó, además, un acuerdo con Marvin Roberto Salguero Barahona, Catedrático Titular de la Universidad de San Carlos de Guatemala, quien sería el tutor de la alumna durante su estancia en el país. Desde el BML se precisaba una persona que brindase apoyo para el trabajo en dos ámbitos: ordenamiento territorial y gestión de recursos hídricos. En concreto, se trataba de colaborar en los siguientes procesos:

- La socialización del Plan de Ordenamiento Territorial de la Ecorregión Lachuá, generando participación con distintos actores (población de las comunidades y autoridades municipales y estatales) e identificando tipos de propuestas de proyectos formulables en base al POT.
- La continuación de la construcción de un Sistema de Información Geográfica sobre los recursos hídricos de la ERL.

Cabe destacar que esos procesos de socialización del POT y de construcción del SIG no están actualmente enmarcados dentro de proyectos concretos, reflejados en un documento escrito, con un presupuesto asignado, un cronograma determinado, etcétera, sino que se trata de iniciativas consideradas de interés para el desarrollo sostenible de la Ecorregión a las que se está tratando de dar impulso desde el BML, con muy escasos recursos económicos y humanos. En el caso de los recursos humanos, se depende esencialmente de la dedicación voluntaria del personal trabajador del Parque Nacional Laguna Lachuá y de la FUNDALACHUÁ, así como de la colaboración de, por ejemplo, posibles cooperantes, voluntarios o estudiantes en prácticas.

---

<sup>1</sup> La Fundación Laguna Lachuá es la organización que da respaldo legal y financiero al Bosque Modelo Lachuá.

Tales circunstancias eran desconocidas antes de la llegada a terreno, teniéndose sólo una idea general de que había unos “proyectos” para los que se necesitaba apoyo, pero ninguna información más concreta sobre las actividades a realizar. Dada la escasa información recibida de forma previa al desplazamiento a la zona sobre el contexto local y el estado de los mencionados procesos, el planteamiento del TFM se esperaba llevar a cabo cuando la alumna se encontrase ya en la ERL. En cuanto a la temática, inicialmente se había decidido que giraría alrededor del ámbito del ordenamiento territorial en la ERL y del papel en el mismo del BML.

Una vez en terreno, diversas circunstancias tales como la falta de asistencia para el desarrollo del plan de trabajo y la escasez de recursos humanos y económicos disponibles para llevar a cabo las actividades propuestas, originaron un retraso de varios meses en el inicio de las mismas. Así, durante los primeros cuatro meses de estancia, el trabajo sólo pudo llevarse a cabo de forma efectiva en algunos aspectos de la construcción del SIG, mientras que el trabajo en otros aspectos del mismo y las actividades de socialización del POT no dieron comienzo hasta el momento en que apenas quedaban tres meses de estadía.

Finalmente, ante el desarrollo de los acontecimientos, la escasez de tiempo restante para recopilar información en terreno, y conocidos ya el entorno organizativo y los recursos de que se disponía, así como el contexto de desarrollo en el que se estaba viviendo y trabajando, se decidió cambiar la temática central del TFM. Éste se orientaría entonces al sector del agua potable y el saneamiento en la ERL. A pesar de que la provisión de servicios de APS no es propia de los campos de conocimiento de la alumna ni del tutor en Guatemala, se optó por ese tema en base a dos motivos principales:

- Por una parte, se considera que el trabajo podría ayudar a cubrir una demanda relacionada con el desarrollo humano hecha por la población, ya que los problemas sobre la falta de apoyo en la cuestión del abastecimiento de agua y del saneamiento habían sido continuamente referidos por los distintos actores de la ERL conocidos hasta el momento.

- Por otra parte, la temática sigue estando relacionada con los dos ámbitos de trabajo para los que se estaba dando apoyo al BML: el ordenamiento territorial y la gestión de los recursos hídricos en la ERL.

Es así, al considerar pertinente el estudio de los factores existentes en las comunidades de la ERL que pueden resultar relevantes para la intervención en el sector del APS desde la cooperación al desarrollo humano, como surge la idea del planteamiento del presente TFM.

## 1.2. Antecedentes

La ERL ha sido y sigue siendo objeto de diversos estudios e investigaciones, realizados fundamentalmente en el ámbito universitario guatemalteco, dentro de los campos de la biología, la forestería y la agronomía. Estos trabajos se orientan, en general, a la obtención de conocimiento científico, y a la aplicación de éste en la gestión y conservación de la biodiversidad, especialmente en lo referente al manejo de los recursos naturales en el interior del área protegida de la ERL, así como a la aplicación en la producción agrícola y en la explotación forestal. Lo más relevante que ofrecen, en relación con la temática del presente TFM, son los resultados de los análisis de calidad de aguas naturales. Por ejemplo, Monzón Miranda (1999) estudia la calidad físico-química y bacteriológica del agua en la laguna Lachuá y el río Peyán, dentro de su estudio de los recursos naturales del Parque Nacional Laguna Lachuá, el cual es frecuentemente citado en trabajos y documentos posteriores relacionados con la ERL, incluyendo el Plan Maestro del PNLL (elaborado conjuntamente por CONAP, INAB y MAGA).

En cuanto al ámbito de la cooperación al desarrollo, la principal intervención hasta la fecha ha sido lo que se conoce como Proyecto Lachuá, al cual se hará referencia en el apartado dedicado al contexto local y en cuyo seno se elaboraron distintos documentos, como estudios de línea base y de otro tipo. De entre todos ellos se destaca el POT de la ERL (INAB y UICN, 2009), por su contenido en información relevante para el sector del APS para la región de estudio, en lo que se refiere a la caracterización de los medios biofísico y socioeconómico, incluyendo en este último un pequeño análisis de la situación de los servicios básicos. Por otra parte, se tiene conocimiento de que organizaciones como Cruz Roja Holandesa y Mercy Corps han llevado a cabo en algunas comunidades de la ERL intervenciones de desarrollo en el sector del agua potable, el saneamiento y la higiene. Hasta la fecha de publicación de este TFM no se ha logrado contactar con personal de dichas organizaciones ni encontrar ni recibir documentación alguna sobre sus acciones en el sector.

Finalmente, aunque desde el BML se está tratando de atender la cuestión de la dotación de servicios básicos a las comunidades de la Ecorregión, incidiendo especialmente en el trabajo con la Municipalidad, no se ha redactado documento alguno al respecto, hasta la elaboración del presente trabajo. En 2013, dos voluntarios<sup>2</sup> que colaboraron con el BML comenzaron la construcción de un SIG sobre los recursos hídricos de la ERL. La información recopilada por estas personas se encuentra almacenada en la base de datos del SIG, pero no ha sido editada.

---

<sup>2</sup> Eric Loubaud y Natacha Parthenais.

### **1.3. Objetivos del TFM**

El objetivo general del presente TFM es realizar un estudio de diagnóstico general del sector del acceso al agua potable y el saneamiento en la Ecorregión Lachúa (Guatemala).

Los objetivos específicos son:

- Describir los principales aspectos que caracterizan la situación del acceso al agua potable y el saneamiento en la ERL.
- Describir la situación del acceso al agua potable y el saneamiento en una comunidad que constituya un caso representativo del resto de comunidades de la ERL.
- Identificar la problemática de desarrollo relacionada con el acceso al agua potable y el saneamiento en la comunidad estudiada.
- Realizar una propuesta de bases para el diseño de una solución a la problemática identificada en la comunidad.

### **1.4. Alcance y limitaciones**

Con la realización del presente TFM se ha pretendido lo siguiente:

- Contribuir a un mayor y mejor conocimiento del sector del APS en la ERL, como parte del diagnóstico de los recursos hídricos ya iniciado desde el BML.
- Dar a conocer la situación del desarrollo humano en la ERL, incidiendo en el estado del sector del APS, con base en los resultados obtenidos mediante el estudio de una de sus comunidades.
- Aportar información que pueda ser útil en el establecimiento de una base para posibles intervenciones de cooperación al desarrollo humano que tengan entre sus objetivos la mejora del acceso al APS en la ERL.

Este TFM ha sido realizado con recursos muy limitados, tanto humanos como materiales, a lo cual se le añadieron diversos contratiempos surgidos durante el tiempo que se tenía para trabajar en terreno, todo lo cual se tuvo presente desde el momento de su planteamiento.

Considerando todo ello, se ha elaborado un trabajo que es esencialmente descriptivo, ya que un análisis exhaustivo de la situación estudiada habría requerido la obtención de más y mejor información de la que se pudo obtener con los medios y el tiempo disponibles.

## 2. CONTEXTO

### 2.1. Situación geográfica de la zona de estudio

La zona de estudio es la aldea Las Promesas – Nueve Cerros, ubicada en la Ecorregión Lachuá. Este territorio se encuentra en el municipio de Cobán, departamento de Alta Verapaz, República de Guatemala. Guatemala está en la región geográfica conocida como Mesoamérica y se incluye dentro de la región América Latina y Caribe. En el Anexo VII.a se incluye un mapa que muestra la situación geográfica de la zona de estudio.

### 2.2. Guatemala: características generales y desarrollo humano

De acuerdo con información de PNUD (2012, p. 27), el IDH de Guatemala en 2011, con un valor de 0,574, era el más bajo de los países de la región latinoamericana. Por otro lado, según UNDP (2014, p. 165) el valor del IDH de Guatemala para el año 2013 es de 0,628, lo cual posiciona al país dentro del grupo de los que tienen un desarrollo humano medio. Concretamente, ocupa el puesto 125° de los 187 clasificados en el informe, por encima de Honduras y Nicaragua. Cabe señalar que si se considera el IDH ajustado por la desigualdad, Guatemala descendería 8 puestos en la clasificación mundial.

Tabla 1. Características generales de Guatemala			
Indicador	Valor	Año	Fuente
Población total del país (millones de habitantes)	11,2	2002	Censo Nacional de Población* (INE, 2003)
	15,419	2013	Estimaciones de CEPAL/ONU (2014)
	16,158	2015	Proyecciones de CEPAL/ONU (2014)
	17,992	2020	
Tasa de crecimiento poblacional (%)	2,32	2011/2012	INE (2013)
Población del país habitando en áreas rurales (% sobre el total)	51,5	2011	INE (2011a y 2011b)
Población que se autodenomina indígena (% sobre el total)	40		
*Se trata del censo de población más reciente.			

El ritmo de crecimiento del IDH guatemalteco es mayor que el de otros países y regiones: la tasa de crecimiento promedio anual del país en el período 1980 - 2011 fue de 0,95%, mayor que el promedio mundial anual (0,65%) y que el promedio latinoamericano (0,73%) (PNUD, 2012, p. 27). Entre 2000 y 2013 dicha tasa fue para el país del 1,01% (UNDP, 2014, p. 165).

En base a la última Encuesta Nacional de Condiciones de Vida de 2011<sup>3</sup> (INE, 2011b), la incidencia de la pobreza a nivel nacional era de un 41% de la población viviendo en condiciones de pobreza no extrema y un 13% en pobreza extrema.

En cuanto a los indicadores relacionados con la economía y el crecimiento, por ejemplo el INB per cápita (método Atlas<sup>4</sup>) en Guatemala fue en 2013 de 3.340 dólares estadounidenses a precios actuales, mientras que el valor

EL 54% DE LA POBLACIÓN DE  
GUATEMALA VIVE EN  
CONDICIONES DE POBREZA

de este indicador en el mismo año para Latinoamérica y el Caribe<sup>5</sup> era de 9.314 dólares (Banco Mundial, 2014). En Lentini (2010, p.9) se puede leer que Guatemala “presenta altos índices de desigualdad en el ingreso con relación al resto de América Latina”. El mismo autor, a partir de datos de distintas fuentes, compara los porcentajes de población en situación de pobreza y pobreza extrema de Guatemala con los de América Latina, estableciendo que los valores del país son superiores a los valores promedio de los países de la región.

### 2.3. Contexto departamental y municipal

El departamento de Alta Verapaz, con una superficie cercana a los 8.686 km<sup>2</sup>, está ubicado en la Región II (Norte) del país y está dividido en 17 municipios. Según datos de INE (2013, p. 13), la población total del departamento en 2012 era de 1.147.593 habitantes y creció un 3,13% entre 2011 y 2012, siendo este valor superior a la tasa de crecimiento nacional en el mismo periodo (vista en el apartado 3.2.). Cerca de un 77% de la población de Alta Verapaz vive en el medio rural. En lo referente a la composición étnica, la población es mayoritariamente indígena (89,7%), predominando la etnia maya q'eqchi', con un 79,9% del total de habitantes del departamento.

El valor de IDH de Alta Verapaz en 2011 era de 0,507 (nivel bajo), algo inferior al nacional en aquel año (0,580) y el cuarto más bajo de todos los departamentos (PNUD, 2012, p. 231).

Alta Verapaz se encuentra muy por encima de la media del país en sus porcentajes de pobreza: en términos medios para el total de población, frente al valor nacional de 54% de pobreza total, el 78,24% de la población

<sup>3</sup> En la ENCOVI se mide el índice de pobreza a través de las líneas de pobreza (extrema y no extrema). Los valores anuales que marcan dichas líneas en la ENCOVI de 2011, se establecieron en 9.030,93 GTQ per cápita y en 4.380,00 GTQ per cápita para la pobreza no extrema y para la pobreza extrema, respectivamente.

<sup>4</sup> Para suavizar las fluctuaciones de precios y tipos de cambio, el Banco Mundial utiliza para la conversión el método Atlas, aplicando un factor de conversión que promedia el tipo de cambio de un año dado y los dos años anteriores, ajustados por diferencias en las tasas de inflación del país.

<sup>5</sup> Países en desarrollo solamente.



altaverapacense está por debajo de alguna de las dos líneas de pobreza, extrema o no extrema, y sitúa a A. V. en el nivel más alto de pobreza de todos los departamentos (INE, 2011b, p. 11). También su valor de pobreza extrema (37,72%) es el más alto de todos ellos. Distinguiendo entre el medio rural y el urbano, los niveles de incidencia de la pobreza en Alta Verapaz se sitúan nuevamente por encima de las medias nacionales. Cabe destacar que, en el medio rural, Alta Verapaz presenta los valores máximos para todos los departamentos de pobreza extrema y pobreza total. Al igual que ocurre a nivel nacional, los pueblos indígenas de Alta Verapaz viven en condiciones más precarias que la población ladina.

El municipio en el que se encuentra la zona de estudio es Cobán, el cual comprende también la cabecera departamental. Este municipio, con un área de 2.132 km<sup>2</sup>, tenía una población de 232.073 habitantes en 2012 (INE, 2013), siendo el más poblado del departamento. Estos datos arrojan una densidad de 108,85 hab/km<sup>2</sup>. El municipio de Cobán se encuentra en el rango de un 26 a un 40% de la población viviendo en condición de pobreza extrema (MSPAS, 2013). Según PNUD (2011), el IDH del municipio en 2002 era de 0,597 (el mayor de todos los municipios del departamento).

#### **2.4. Situación del acceso al agua y el saneamiento y su relación con el desarrollo humano en Guatemala y en Alta Verapaz**

La falta de acceso a APS se traduce en diversos efectos que obstaculizan el desarrollo humano, de forma particular en lo que atañe al ámbito de la salud. Otros efectos negativos son, por ejemplo, que el tiempo dedicado a buscar y acarrear agua no se puede emplear en realizar otras actividades, como asistir a la escuela, jugar o participar en la vida comunitaria.

La desigualdad caracteriza el sector del APS en Guatemala. Esto se puede determinar atendiendo a factores tales como el tipo de medio (urbano o rural) en el que se habita, la edad, el sexo y la etnicidad de la población. Así, en lo que a la problemática de APS se refiere, el obstáculo para el desarrollo humano es mayor en las áreas rurales, donde gran parte de la población no puede acceder a estos servicios por vivir en lugares de difícil acceso debido a las características del terreno y al estado de las vías de comunicación. Como se mostró anteriormente, la pobreza en Guatemala tiene una mayor incidencia en el medio rural que en el urbano y en la población indígena que en la ladina. De este modo, la población pobre e indígena de las áreas rurales, aun habitando en zonas accesibles y contando con fuentes cercanas de agua, también sufre más las deficiencias en el acceso a APS porque carece de medios económicos para adquirir la fuente o para construir la infraestructura necesaria. Otro hecho que



hace patente la desigualdad en el sector en cuestión, consiste en que generalmente son las mujeres y los niños en quienes, de forma tradicional, ha recaído la tarea de acarrear el agua desde las fuentes hasta los hogares cuando se carece de un sistema de abastecimiento apropiado.

Los problemas del sector del APS en Guatemala atañen a diversos ámbitos (institucional, educacional, ambiental...), todos ellos interrelacionados. Se trata de una problemática compleja que se ha de abordar desde la perspectiva del desarrollo sostenible, como preconiza la GIRH (Pérez Foguet y Jiménez Fernández en VVAA, 2011, p. 7) y considerando los enfoques de género y de derechos humanos.

Lentini (2010, p. 9) trata de posicionar a Guatemala en el contexto latinoamericano, utilizando un indicador homogéneo que permita realizar esa comparación<sup>6</sup>. El autor expresa que, con una cobertura del 76% para agua y de un 40% para alcantarillado sanitario, Guatemala se situaba por debajo del promedio de América Latina, que era de 86% para agua y 57% para saneamiento. En la Tabla 2 y en la Tabla 3 se muestran diversas estadísticas sobre la situación del sector del APS en el país.

#### PROBLEMAS RELACIONADOS CON EL SECTOR DEL AGUA POTABLE Y EL SANEAMIENTO EN GUATEMALA

- Agua no disponible en cantidad suficiente en algunas áreas y durante algunas épocas del año.
- Falta de cobertura de los servicios de APS.
- Falta de consideración del costo real del recurso.
- Baja concienciación y sensibilización de la sociedad civil sobre el uso adecuado del agua y las letrinas.
- Inexistencia de redes de monitoreo de la calidad de aguas superficiales y subterráneas (excepto algunos puntos del área de servicio de la EMPAGUA).
- Débil incorporación de la perspectiva de género en las acciones.
- Problemas ambientales, como la contaminación del agua.
- Falta de cumplimiento en la gestión de los servicios de APS por parte de las autoridades públicas competentes en la materia.
- Baja calidad de los servicios de APS en cuanto a continuidad del suministro y cumplimiento de las normas de calidad.

Fuente: elaborado a partir de Lentini (2010), IPADE (2011b) y GWP Centroamérica (2011).

<sup>6</sup> Lentini considera para esta comparación sólo los servicios que se prestan por medio de una conexión a una red de cañerías o tuberías, y advierte sobre el cuidado con aspectos como la condición de potabilidad, que no se cumple para algunos países. Hace referencia a también a la poca relevancia de ese indicador para las áreas rurales, en las que sería más adecuado utilizar otros como “servicio mejorado de agua” o “servicio mejorado de saneamiento”, los cuales tienen la desventaja de ser más heterogéneos, y por tanto distorsionadores en la comparación entre países.

**Tabla 2. Disponibilidad de servicios de agua por tubería y sistema de eliminación de excretas en las viviendas, en áreas urbanas y rurales de Guatemala.**

Fuente: CEPAL (2013).

Área geográfica	Agua por tubería (% del total de hogares)		Sistema de eliminación de excretas (% del total de hogares)	
	2000	2012	2000	2012
<b>Nacional (Guatemala)</b>	72,7	84,6	50,2	43,9
<b>Urbana</b>	93,8	90,0	87,4	68,4
<b>Rural</b>	58,7	78,3	25,7	15,4

**Tabla 3. Población que utiliza fuentes mejoradas de abastecimiento de agua potable e instalaciones de saneamiento mejoradas, en áreas urbanas y rurales de Guatemala.**

Fuente: CEPAL (2013).

Área geográfica	Agua potable (%)		Saneamiento (%)	
	2005	2011	2005	2011
<b>Nacional (Guatemala)</b>	90	94	75	80
<b>Urbana</b>	97	99	86	88
<b>Rural</b>	85	89	65	72

Sobre la actuación de la cooperación internacional en Guatemala dentro del sector en cuestión, se destacan los casos del Grupo de Donantes G13<sup>7</sup> y el Sistema de Naciones Unidas. La cooperación del G13 con Guatemala se organiza con un enfoque de trabajo sectorial. En base a esto se han creado mecanismos tales como las Mesas Sectoriales, que constituyen una instancia de diálogo entre instituciones gubernamentales, cooperantes y sociedad civil con el fin de hacer operativas las políticas públicas sectoriales. Una de esas mesas es la Mesa de Ambiente y Agua. Entre los órganos que conforman la estructura de esta mesa sectorial se encuentra el Grupo de Cooperantes del Sector Ambiente y Agua<sup>8</sup>. Dicho Grupo, con el apoyo de un equipo de consultores, elaboró un *mapeo de la cooperación* que permite identificar a los diferentes programas y/o proyectos ejecutados con recursos de la cooperación internacional, vinculando sus objetivos con los objetivos estratégicos y resultados del SAA (Mux Caná *et al.*, 2011, p. 35). En mayo de 2010 habían sido mapeados 91 proyectos y programas por un monto total de USD 600.039.428,94. De los proyectos

<sup>7</sup> El G13 es una instancia de coordinación entre los nueve países que destinan más recursos de cooperación a Guatemala (Canadá, Alemania, Italia, Japón, Países Bajos, Noruega, España, Suecia y Estados Unidos) y por los siguientes organismos multilaterales: BID, BM, FMI, PNUD, UE y OEA.

<sup>8</sup> El SAA está conformado por un conjunto de 37 instituciones gubernamentales de Guatemala, bajo la rectoría del Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales y el Gabinete Específico del Agua. Entre sus objetivos estratégicos se encuentra: gestionar de forma integrada las cuencas hidrográficas y el recurso hídrico para hacer accesible el agua, técnicamente factible, en beneficio del desarrollo humano transgeneracional y la economía nacional, promoviendo mejores prácticas de uso y saneamiento, en un marco de gobernabilidad del agua.

mapeados, en enero de 2010 el 92% estaba en ejecución y el 8% estaba en fase de formulación. El 80% de los proyectos refiere proyectos nacionales, mientras que el 20% refiere programas o proyectos regionales que tienen un componente para el país (Sector Ambiente y Agua, 2010, cit. por Mux Caná *et al.*, 2011, p. 35).

En cuanto a la cooperación del SNU para Guatemala, está fundamentada en el *Marco de Asistencia de las Naciones Unidas para el Desarrollo* para el periodo 2010 - 2014. Entre las áreas de cooperación definidas en conjunto con el Gobierno de Guatemala se encuentra el Área 1, que comprende los sectores: ambiente, reducción del riesgo a desastres, energía y agua y saneamiento. El SNU apoya además al país en el alcance de los Objetivos de Desarrollo del Milenio a través de la coordinación de la ejecución de programas conjuntos de varias agencias del propio SNU y del Gobierno (Herrera Santos, 2011, p. 20). La tendencia y la situación actual del cumplimiento de la meta 7C<sup>9</sup> de los ODM se muestra en la Tabla 4.

Tabla 4. Guatemala. Resumen de los indicadores de la meta 7C del ODM 7. Fuente: Bolaños Solares (2010).						
Indicador	Unidad de medida	Al año base (1990)	Años		Meta 2015	Brecha
			2002	2006		
Proporción de la población con acceso a fuentes mejoradas de abastecimiento de agua potable	Porcentaje de la población con acceso a fuentes mejoradas de agua potable	63	75	78,7	81,5	2,8
Proporción de la población con servicios de saneamiento mejorados	Porcentaje de la población con acceso a servicios de saneamiento mejorados	32	47	54,5	66	11

En cuanto a la situación del abastecimiento de agua y del saneamiento en el departamento de Alta Verapaz, en 2011 el porcentaje de viviendas con abastecimiento inadecuado de agua era del 60,6% (el más alto junto con Retalhuleu) y el de viviendas con servicio sanitario inadecuado era del 13,4% (INE, 2011<sup>a</sup>, pp. 20-21).

Las deficiencias en el acceso al APS están muy relacionadas con la transmisión de distintas enfermedades, entre las cuales se encuentran las enfermedades diarreicas. En base a datos del INE (2013, p. 17), en 2012 la segunda causa de muerte en el departamento de Alta Verapaz fue por diarrea

<sup>9</sup> Meta 7c del ODM7 (Garantizar la sostenibilidad del medio ambiente): reducir a la mitad el porcentaje de personas que carezcan de acceso a agua potable y saneamiento.

(16,1%), por detrás de la muerte por neumonía (32,9%). Además, entre las diez principales causas de morbilidad se encontraron diversas enfermedades de origen hídrico: parasitosis intestinal, EDA, gastritis y amebiasis para la población general y EDA e infección intestinal bacteriana para la población infantil. Junto con las IRA, los síntomas de diarrea son las principales causas que explican las altas tasas de mortalidad infantil (INE, 2011a).

## 2.5. Marco legal e institucional del sector agua y política hídrica en Guatemala

La Constitución actualmente vigente en Guatemala declara el agua como un bien de dominio público<sup>10</sup>. No obstante, como no existe una ley de aguas de dominio público, la aplicación del Código Civil de 1932 implica un régimen de propiedad “mixto para las aguas subterráneas y para los nacimientos o cauces naturales de los ríos que atraviesan heredades”. Según GWP Centroamérica (2011, p. 123), “la práctica cotidiana indica que las aguas subterráneas y las que atraviesan heredades se siguen considerando de propiedad privada”.

Las municipalidades tienen la obligación de dotar de agua debidamente clorada a los habitantes de su circunscripción

A falta de dicha ley de aguas, el Organismo Ejecutivo ha emitido una variedad de políticas, reglamentos, normas técnicas y procedimientos administrativos sobre la materia. La gestión y la regulación de los servicios APS son responsabilidad del MSPAS, mientras que la prestación de dichos servicios es delegada por el Código Municipal y el Código de Salud en las municipalidades<sup>11</sup>: los municipios tienen la obligación de dotar de agua

debidamente clorada a los habitantes de su circunscripción municipal. Asimismo, el Ejecutivo está desarrollando planes, programas y proyectos en todos los ámbitos, desde el local al nacional, a través del sector público, las municipalidades, las ONG y la sociedad organizada.

En cuanto al marco institucional, el Gabinete Específico del Agua<sup>12</sup> tiene la responsabilidad de promover la implementación de la Política Nacional para la GIRH, así como de promover un proceso ordenado y planificado de gestión y

<sup>10</sup> Exceptuando las aguas aprovechadas por los particulares antes de la vigencia de la actual Constitución, adoptada en 1986.

<sup>11</sup> En las ciudades de Guatemala y Quetzaltenango los servicios son manejados directamente por la municipalidad o por empresas municipales. En el resto de municipalidades del país, los servicios de abastecimiento de agua son provistos por las propias municipalidades.

<sup>12</sup> Conformado en 2008, el GEA integra todas las entidades del país vinculadas con el agua.

governabilidad del agua en el país. Todo ello debe hacerse tanto a nivel político como a nivel técnico, a través de la coordinación interinstitucional, el diálogo democrático y el fortalecimiento institucional del sector agua.

A pesar de los esfuerzos realizados y de los logros obtenidos, existen varios retos referentes al marco institucional y legislativo a los que se debe hacer frente (GWP Centroamérica, 2011, p. 123):

- Dispersión de normas en el sector.
- Falta de voluntad política para asumir la responsabilidad de planificar e invertir en la protección y conservación del agua.
- Funcionamiento de las autoridades de cuenca encargadas de proteger el recurso hídrico.
- Escasa asignación presupuestaria para aplicar y controlar eficazmente las medidas legales.
- Falta de capacidad institucional y económica.
- Falta de conocimiento de la legislación para su aplicación y control por parte de los municipios.
- Participación social incipiente e incapaz de efectuar cambios de conducta que permitan la protección y conservación del recurso hídrico.

## **2.6. Contexto local: la Ecorregión Lachuá<sup>13</sup>**

### **2.6.1. Situación geográfica**

La Ecorregión Lachuá, de un total de 53.702,98 ha según el Plan Maestro del PNLL 2012 - 2016 (CONAP, INAB y MAGA, 2011), se encuentra en el extremo noroeste del municipio de Cobán. No constituye una unidad político-administrativa, sino que se trata de un territorio que presenta unas condiciones biofísicas y socioeconómicas determinadas, comprendiendo el área correspondiente al Parque Nacional Laguna Lachuá (14.301,26 hectáreas, según el Plan Maestro del PNLL 2012 - 2016) y su zona de influencia. Sus límites están marcados por el río Chixoy al Oeste y Norte, el río Icbolay al Este y las montañas La Sultana y El Peyán (Sierra de Chamá) al Sur<sup>14</sup>.

---

<sup>13</sup> Gran parte de la información contenida en este apartado proviene de la consulta de información cartográfica digital de la zona. Información importante sobre este aspecto puede consultarse en el Anexo II.e.

<sup>14</sup> Monzón Miranda (1999) considera esos límites en su estudio sobre el PNLL y su zona de influencia.

## 2.6.2. Caracterización biofísica

### *Características geológicas y fisiográficas*

En general, la región está constituida por sedimentos marinos y cuencas intermontanas de sedimentos terrestres. Los materiales existentes son calizos y dolomíticos. En las zonas central y norte de la Ecorregión, con altitudes que van desde los 130 hasta los 300 msnm (73,13% del área total, altitud promedio de 180 msnm), se encuentran relieves planos, sobre todo en las zonas adyacentes a los ríos Chixoy e Icbolay, y zonas de lomeríos. En la parte sur, en altitudes que van desde los 300 hasta los 800 msnm (26,94% del área total), el relieve consiste en colinas paralelas con formas de tipo kárstico (montañas del Peyán y la Sultana). Este tipo de relieve se encuentra también representado al norte de la Ecorregión (Nueve Cerros).

### *Características climáticas*

En base a la clasificación de Thornwaite, el clima es cálido, sin estación fría bien definida, muy húmedo (3.300 mm de precipitación media anual) y sin estación seca definida. La temperatura media anual va desde los 21°C hasta los 28°C, con un promedio de 25,3°C. El valor promedio anual de la humedad relativa es de 91% y la evapotranspiración tiene un valor promedio de 1.000 mm (Monzón Miranda, 1999; FIR, 2004; e INAB y UICN, 2009).

### *Características hidrológicas*

Hidrológicamente, el área de la ERL se encuentra localizada en la cuenca del río Usumacinta, vertiente del Golfo de México (océano Atlántico). Las corrientes de agua principales de la ERL son el río Chixoy o Negro y el río Icbolay. Existen además otras corrientes de menor longitud, que presentan caudales menores e irregulares y que llegan a secarse durante la época de menor precipitación. La naturaleza caliza de los materiales geológicos condiciona fuertemente la hidrología del área. Se pudo realizar el mismo tipo de observación que describe Monzón Miranda (p. 29): “[...] hay una respuesta hidrológica bastante rápida, al manifestarse una disminución del caudal inmediatamente al decremento de la precipitación por un período relativamente corto; tal fenómeno se debe a la presencia de calizas [...]”.

### *Características edafológicas*

Edafológicamente, en general se encuentran suelos desarrollados a partir de materiales calcáreos, en elevaciones bajas y medias. Son poco profundos, moderadamente bien drenados y con valores de pH entre 6,5 y 7,0. El potencial de fertilidad es de moderado a bajo. Presentan afloramientos rocosos, fundamentalmente en la zona de colinas kársticas, donde además la susceptibilidad a la erosión es muy alta. Una parte de los suelos son originados por aluviones de naturaleza heterogénea, localizados a altitudes variables, en



### LA ETNIA MAYA Q'EQCHI'

Las gentes de esta etnia son conservadoras, especialmente en lo que concierne a su idioma y sus costumbres religiosas.

También son conservadores con respecto a las costumbres agrícolas, participando todo el grupo familiar, incluyendo las mujeres y los niños, en la realización de las actividades agrícolas.

Las relaciones familiares son de tipo patriarcal, de forma que el hombre tiene el papel de la representación familiar, mientras que la mujer es quien se ocupa de las actividades reproductivas, las tareas de la casa y la alimentación. A las niñas se les encarga también de este tipo de labores. A los niños, aunque también participan, por ejemplo, en el acarreo del agua, se les asignan actividades más relacionadas con la producción agrícola, así como el acarreo y el rajado de la leña.

Las relaciones dentro de la etnia *q'eqchi'* son de estrecha cooperación y no de explotación.

Fuente: elaborado a partir de Monzón Miranda (1999) y CONAP *et al.* (2011).

las terrazas de los ríos Chixoy e Icbolay. En lo referente a su capacidad de uso para fines agrológicos, pertenecen a la clase VI, siendo recomendables para el uso forestal y para la agroforestería (Monzón Miranda, 1999 y consulta de cartografía digital).

### *Zona de vida y coberturas y usos del suelo*

En el área de la ERL, según la clasificación de Holdrige, se pueden diferenciar dos zonas de vida: *bosque muy húmedo subtropical cálido* y *bosque subtropical pluvial*. Los mayores porcentajes sobre el total del área de la ERL son de un 50,84% cubierta por bosque latifoliado y un 24,12% ocupada por parcelas con sistemas agroforestales (consulta de cartografía digital y CONAP *et al.*, 2011).

### 2.6.3. Caracterización socioeconómica

#### *Colonización de la Ecorregión Lachuá y características demográficas*

En base a Monzón Miranda (1999) y CONAP *et al.* (2011), el área fue poblada por distintos grupos de población mediante colonizaciones agrarias o reinserciones de grupos afectados por el conflicto armado (desplazados, repatriados y desmovilizados). Los primeros pobladores del área llegaron durante los años cincuenta, aunque no es hasta la década de los setenta, al implementarse procesos de colonización, cuando los asentamientos humanos crecen de forma significativa en la zona de influencia del PNLL y algunas áreas se constituyen ya como centros poblados. La apertura de vías de acceso (especialmente la carretera de la

FTN<sup>15</sup>) y las políticas de reasentamiento posterior a la violencia ocurrida durante los primeros años de la década de los ochenta propiciaron la llegada de habitantes de todo el país, con lo que durante el período comprendido desde 1982 hasta 1996 se incentivó el proceso de colonización en la ERL.

Según datos de CONAP *et al.* (2011), la población humana de la ERL es de unos 18.500 habitantes. El número de familias es de 2.410, con un promedio de 5,8 miembros cada una. Se trata de una población joven, ya que el 59% tiene una edad inferior a 15 años y el 40% se encuentra entre los 16 y los 45 años. En cuanto a la composición étnica, el 91% de la población pertenece a la etnia maya *q'eqchi'*. El 9% restante son de otras etnias indígenas o mestizos. En INAB y UICN (2009, p. 57) se encuentra que, para el conjunto de comunidades de la ERL, “la tasa de crecimiento poblacional anual reportada por el INE es del 5,7%, que en comparación con la del país de 2,4% refleja un acelerado crecimiento de la población”.

La densidad poblacional es de 25 hab/km<sup>2</sup>. La población de la ERL es completamente rural y se encuentra distribuida en 56 asentamientos humanos (entre comunidades y fincas) establecidos en el área de influencia del PNLL, colindando 15 de las comunidades y 2 fincas privadas con el área protegida. Existen además algunos asentamientos humanos dentro del polígono del PNLL, a los que se suele hacer referencia como “invasiones” o “usurpaciones”.

### *Organización social y presencia institucional*



Imagen 1. Mujer *q'eqchi'*, vistiendo huipil y corte típicos.  
Fuente: Esther MV.

En cuanto a los aspectos organizativos y de presencia institucional, la Municipalidad de Cobán está representada en el área por dos alcaldías regionales: una para las comunidades de la región Santa Lucía Lachúa (Región III del municipio de Cobán) y otra para las comunidades de la región

Salacuim (Región IV del municipio de Cobán). A nivel

<sup>15</sup> La ERL está incluida en la FTN, que comprende la parte norte de los departamentos de Alta Verapaz, Izabal, Quiché y Huehuetenango. La FTN fue declarada como zona de desarrollo agrario, con la finalidad de dar lugar al proceso de colonización. El acelerado deterioro de los recursos naturales en la zona llevó a la delimitación de un área de reserva en el Sector Lachúa (uno de los cinco sectores de la FTN según el punto de vista de la división político-administrativa vigente) que actualmente constituye el Parque Nacional Laguna Lachúa (Monzón Miranda, 1999).



de las comunidades, éstas se organizan mediante los Comités Comunitarios de Desarrollo. En cada una existe un COCODE de Primer Nivel, conformado por comités que se encargan de diversos temas relacionados con el desarrollo de la comunidad. Además existen dos COCODE de Segundo Nivel, que participan en el Comité Municipal de Desarrollo: uno que representa a las comunidades de la región Santa Lucía Lachúa y otro que representa a las de la región Salacuim.

Por otra parte, existen algunos tipos de organización informales, con un carácter más tradicional y ligados a aspectos culturales. Así, en algunas comunidades funcionan grupos de ancianos, y además las organizaciones religiosas influyen mucho en la vida comunitaria. En cuanto al trabajo, existe una clara diferenciación a nivel familiar. Existe también la práctica de “sacar tareas”, consistente en el intercambio de jornales para las labores agrícolas.

Según CONAP *et al.* (2011), el tejido organizativo en los ámbitos social y productivo ha crecido y se ha desarrollado en la ERL de forma significativa en los últimos años, especialmente a partir de la ejecución del Proyecto Lachúa. En 2010 eran 4.664 las personas (43% de la población) que tenían vinculación con algún tipo de organización productiva (INAB y UICN, 2009, p. 95). Los resultados de ese crecimiento son visibles sobre todo en el ámbito productivo, influyendo positivamente, a su vez, en los procesos de conservación y manejo del capital natural, y con ello en el desarrollo del área.

Por otra parte, la presencia institucional, aunque ha mejorado a nivel estatal por el hecho estar el PNLL coadministrado por el INAB, el CONAP y el MAGA, sigue siendo deficiente, sobre todo a nivel municipal. La lejanía de la ERL a la cabecera municipal, en la que se encuentran las distintas oficinas



**Imagen 2. Buena parte de las carreteras de la ERL se vuelven peligrosas e intransitables con vehículos durante los días de lluvia. Imagen tomada en marzo de 2014.**

**Fuente: Esther MV.**

gubernamentales, dificulta el fortalecimiento del poder local. La debilidad institucional se hace patente ante la falta de aplicación de justicia en los procesos de denuncia de ilícitos y delitos cometidos en torno al área protegida (CONAP *et al.*, 2011, p. 102).



**Imagen 3. Incluso los vehículos con doble tracción tienen dificultades para transitar por las carreteras de la ERL, aun estando el material seco. Imagen tomada en noviembre de 2014. Fuente: Esther MV.**

### **Infraestructuras de comunicación y servicio de transporte**

La ERL cuenta con unos 120 km de red viaria, constituida por vías de terracería, exceptuando únicamente los tramos de la FTN que atraviesan el área fuera del límite del PNLL, que actualmente sí se encuentran asfaltados. El acceso a las comunidades se realiza en general por carreteras de una o dos vías, aunque para parte de ellas es por veredas (INAB y UICN, 2009, p. 58 y consulta de cartografía digital). Algunas de las vías existentes sólo son transitables en

verano.

El área urbana más cercana a las comunidades es Cantabal (municipio de Ixcán), adonde se puede acceder por la FTN o por la carretera que le une con la comunidad Salacuim, tardando entre 20 y 40 minutos en vehículos a motor desde la Sede del PNLL. También desde la FTN o por la carretera de Salacuim se puede llegar a la cabecera municipal y departamental (Cobán), en un mínimo de 3 horas y media.

Existen servicios de transporte mediante microbuses que circulan entre la mayoría de las comunidades y realizan el trayecto tanto hacia Cantabal como hacia Cobán. Además, al igual que ocurre en el resto del país, es muy habitual el uso de motocicleta y el transporte informal en vehículos *pick-up* particulares.

### **Servicios básicos**

Debido a la distancia a la cabecera municipal y al estado de las vías terrestres de comunicación, la ERL presenta importantes y evidentes carencias y deficiencias en cuestión de cobertura de servicios básicos.

Por una parte, como se mostrará en el presente TFM, no existen servicios de APS en el área de la ERL y muy pocas comunidades disponen de servicio de energía eléctrica (14 en 2009, según INAB y UICN, 2009, p. 80)<sup>16</sup>. El acceso a esta energía está muy determinado por la cercanía o no de las comunidades a las principales carreteras (FTN y carretera de Salacuim).

<sup>16</sup> Actualmente se tiene constancia de al menos 4 comunidades más que disponen de servicio de energía eléctrica.

El servicio de salud en la ERL se presta únicamente en el primer nivel de atención, principalmente en centros de convergencia<sup>17</sup>, los cuales existen en varias comunidades y en los que se cuenta con visitas médicas en periodos de 1 a 4 meses, y también en puestos de salud<sup>18</sup>, presentes en seis comunidades. El acceso más cercano al segundo nivel de atención está en Playa Grande (municipio de Ixcán), donde existe un centro de salud de tipo A. En 12 comunidades se cuenta con botiquines comunitarios y existe 1 farmacia comunitaria (CONAP *et al.*, 2011, p, 35). En la mayoría de las comunidades se recurre a curanderos tradicionales.



**Imagen 4. Mujer *q'eqchi'* tortilleando. Imagen tomada en la comunidad El Castaño-Bempec.**  
Fuente: Esther MV.



**Imagen 5. Comal típico para hacer las tortillas de maíz, puesto al fuego en el poyetón. Imagen tomada en la comunidad El Castaño - Bempec.**  
Fuente: Esther MV.

En todas las comunidades de la ERL existen escuelas primarias (al menos una escuela por comunidad) e institutos (en 10 comunidades, uno por cada una). Según CONAP *et al.* (2011, p. 36), en el 53% de las escuelas se puede estudiar hasta el sexto grado de primaria, en el 18% hasta el quinto grado y en el resto sólo hasta el tercer grado. En los institutos se cubre la educación a nivel básico. Los edificios escolares están contruidos en su mayoría con paredes de madera y techos de manaco<sup>19</sup> y en muchos casos carecen de luz y agua apta para el consumo humano (INAB y UICN, 2009, p. 62). Los niveles de deserción escolar son altos, especialmente en las niñas, y la tasa de analfabetismo media para las comunidades de la ERL es del 36,5% (INAB y UICN, 2009, p. 58),

---

<sup>17</sup>En un CC se atiende a una población inferior a 1.500 habitantes. Los recursos humanos con que está dotado un CC son: por parte de la comunidad, el guardián de salud, el colaborador voluntario de vectores y la comadrona tradicional capacitada; y por parte del MSPAS, personal ambulatorio (auxiliar de enfermería materno-neonatal, educador comunitario en salud, técnico de salud rural y médico o enfermero).

<sup>18</sup> La población atendida en un puesto de salud es de unos 2.000 habitantes. Está dotado al menos con auxiliar de enfermería y técnico de salud rural, atendiendo en un horario de 8 horas, cinco días a la semana.

<sup>19</sup> Manaco: hoja de una palma denominada comúnmente corozo.

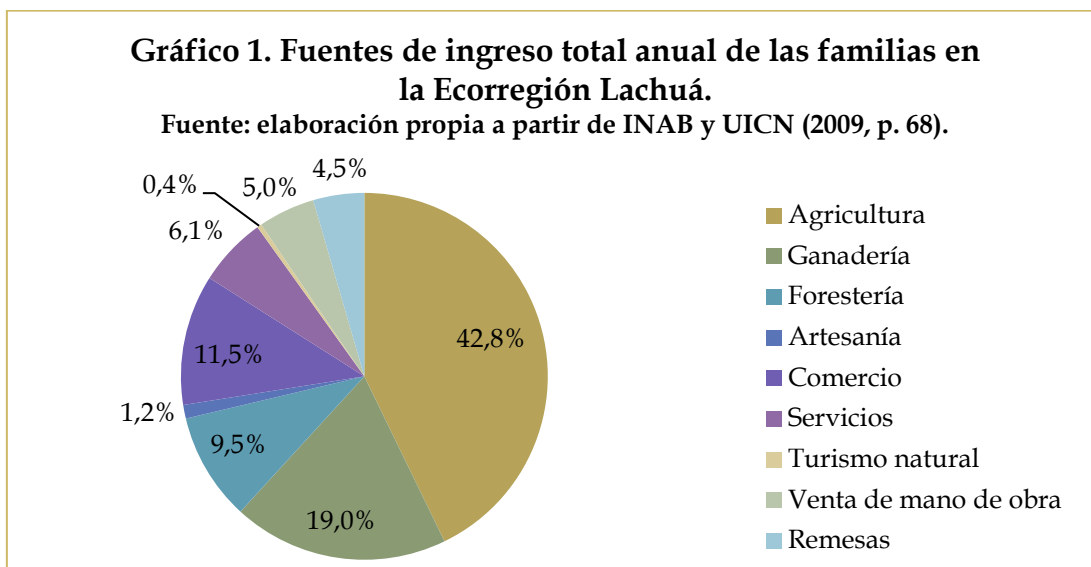
afectando más a las mujeres por razones culturales, ya que los padres de familia no consideran importante que las niñas asistan a la escuela<sup>20</sup>.

### **Vivienda**

El tipo de vivienda predominante es el constituido por paredes de madera, suelo de tierra y techo de manaco (65% de las viviendas) o de lámina (35%). El suelo en muy pocas viviendas es de concreto. Según INAB y UICN (2009, p. 58) sólo un 2,08% de las viviendas poseen paredes de bloques prefabricados de cemento. Las casas son de una sola planta y normalmente poseen una o dos habitaciones, en las cuales se duerme y se cocina.

### **Pobreza y medios de vida**

Según datos publicados por INAB y UICN (2009, p. 70), la población de la ERL se encuentra en situación de pobreza y de pobreza extrema. El ingreso per-cápita promedio anual para el total de las comunidades de la ERL es de 3.183,30 quetzales, cantidad que se encuentra por debajo de la línea de pobreza marcada por el INE, situada en los 3.206,00 quetzales<sup>21</sup>. Según la misma fuente, en 2009 la PEA en la ERL, relacionada con actividades de producción de artesanía, ganadería y servicios, era del 62,17% (estimada en un 83% en hombres y en un 23% en mujeres).



Las familias realizan diversas actividades económicas que les permiten diversificar sus ingresos, situación que se puede ver reflejada para el conjunto de las comunidades de la ERL en el Gráfico 1. El principal medio de vida de la población de la ERL es la agricultura, que es esencialmente de subsistencia. La

<sup>20</sup> Como ejemplo, durante la estancia en terreno se entabló amistad con una adolescente indígena que estudia informática en una academia sin que sus padres lo sepan, ya que ellos no aprueban que sus hijas estudien más allá de la escuela primaria.

<sup>21</sup> Coste del consumo mínimo de alimentos por persona al año.



actividad agrícola está caracterizada por el sistema de tumba, roza y quema, con una labranza mínima y un uso escaso de fertilizantes y pesticidas. Los cultivos principales en el área son granos básicos (maíz, dos cosechas al año y frijol, una a dos cosechas al año, pudiendo llegar a comercializar entre un 30 y un 40% de la producción), y el cardamomo.



Imagen 6. Secadero de semillas de cacao.  
Imagen tomada en la comunidad El Faisán I.  
Fuente: Esther MV.

#### 2.6.4. Factores determinantes en el desarrollo de la Ecorregión Lachuá

El desarrollo humano en la ERL tiene que abrirse paso en un contexto particularmente complejo. A las condiciones de indígena y rural, a la población se le suma el hecho de habitar lejos de la cabecera municipal. La falta de voluntad política y la incapacidad de las instituciones para, de alguna manera, acortar esa distancia, lastran el avance de las comunidades en el camino del desarrollo. Además de factores como esos, comunes a muchos otros contextos de desarrollo, se tiene que la ERL está ubicada dentro de la zona afectada por el conflicto armado interno que tuvo lugar en el país entre 1960 y 1980, y que además de otras consecuencias conllevó el aumento de la pobreza.

De otro lado, el territorio de la ERL posee importantes valores de tipo natural y cultural que le han valido el otorgamiento de diversas figuras de protección, algunas para áreas más pequeñas, y dos para todo el conjunto del territorio: Parque Nacional (1996) y Sitio Ramsar (2006). La existencia de la zona protegida determina cualquier proceso relacionado con el desarrollo, y no sólo para las comunidades que limitan con el Parque. El ejemplo más claro es el problema con la construcción de la carretera de la FTN, que se encuentra paralizada a su paso por el extremo norte de la zona protegida, debido a que el proyecto de la empresa adjudicataria no tuvo en consideración la prevención y mitigación de impactos negativos. Otros conflictos ambientales existentes en el área son debidos a la actividad de empresas petroleras y al avance de la superficie dedicada a monocultivos de palma africana.

La ERL se incorporó a la RIABM en 2008. Desde el BML se trabaja en el marco descrito, con el objetivo de que los múltiples actores que tienen intereses en el área participen activamente en su gestión para el avance hacia un desarrollo sostenible. Entre otras actuaciones, se destaca aquí el impulso que se está tratando de dar a la implementación del Plan de Ordenamiento Territorial

de la ERL, de forma coordinada con autoridades municipales y departamentales, así como al diagnóstico de los recursos hídricos del área con el objetivo de disponer de información que ayude en la gestión de los mismos y en la toma de decisiones al respecto de su uso, protección y conservación.

Por último, en cuanto a las intervenciones de cooperación al desarrollo en la ERL, lo que se conoce como Proyecto Lachuá (INAB - UICN - Países Bajos), finalizado en 2009, ha sido hasta ahora la de mayor entidad y calado en el desarrollo global del área. Sus objetivos estaban orientados al desarrollo de las comunidades de la ERL mediante la realización de actividades económicas sostenibles y ha dejado como legado un modelo de desarrollo participativo integral.

### 3. FASES, METODOLOGÍA Y MEDIOS

#### 3.1. Medios disponibles: recursos humanos y materiales

El lugar de trabajo y alojamiento durante la estancia en terreno era la Sede Administrativa del PNLL, Cobán, A. V., concretamente la Sede I. Ésta se encuentra ubicada al norte del Parque, junto a la carretera de la FTN, cerca de la comunidad San Marcos Lachuá. Se disponía de un espacio para trabajar en la oficina, junto al personal asignado a la Sede. Cabe señalar que este personal trabaja en el ámbito forestal y de la educación ambiental y realiza también tareas administrativas y de mantenimiento en las instalaciones del Parque. No hay personal trabajando en cuestiones de cooperación al desarrollo humano ni en temas de agua y saneamiento.

Para realizar las salidas a la comunidad estudiada, al igual que para el resto del trabajo realizado, los desplazamientos debían hacerse en motocicleta y con el acompañamiento de uno de los guardarrecursos del Parque. Los guardarrecursos eran esenciales además para realizar la necesaria labor de traducción castellano-*q'eqchi'* y viceversa. Las salidas estaban limitadas por la disponibilidad de presupuesto para combustible y por la compatibilidad de horarios con los guardarrecursos.

Por otra parte, se pudo disponer del siguiente material: dispositivo GPS (GARMIN – Serie GPSMAP® 62), cinta métrica, cámara fotográfica, colorímetro portátil (modelo DR/850, de la Compañía Hach, con viales y reactivos para determinación de nitratos y fosfatos en muestras de agua), botellas de plástico opacas para toma de muestras de agua y cesta-nevera para transporte de muestras de agua.

#### 3.2. Planteamiento de la idea general del TFM: recopilación de información secundaria y consulta a experto

Se consultó y recopiló información de diversas fuentes secundarias, incluyendo documentos disponibles en la Sede Administrativa del PNLL y publicaciones en línea. Asimismo, se consultó con personal de la AECID experto en el sector del APS y conocedor de la situación en el caso de Guatemala.

Especialmente se consultó bibliografía relacionada con intervenciones en el sector en cuestión en el ámbito de la cooperación al desarrollo humano, incluyendo guías sobre la realización de diagnósticos y la identificación de proyectos de desarrollo. A partir de la información consultada se elaboró un listado con los aspectos a estudiar en la comunidad y se realizó el guión de entrevista que se utilizó durante las visitas a las viviendas (V. Anexo IV).

### 3.3. Determinación de la comunidad a estudiar: consultas a actores locales y propuesta al COCODE y a la comunidad

Se consultó con personal trabajador de la Sede Administrativa del PNLL, especialmente con los guardarrecursos, por su conocimiento del contexto local y de la realidad de las comunidades, acerca de las más abiertas para trabajar con su población.

Tras un contratiempo ocurrido con la comunidad elegida inicialmente, en el cual estuvo involucrada una empresa petrolera y que llevó a tomar la decisión de no seguir trabajando allí, se consultó con un guardarrecursos que trata a menudo con los miembros de los COCODE. Esto permitió la elección de una nueva comunidad (Las Promesas – Nueve Cerros).

Se contactó por teléfono con el presidente del COCODE de la segunda comunidad elegida, concertando una reunión con las autoridades comunitarias. Tras esa reunión, la comunidad se reuniría otro día para tomar una decisión acerca de la aceptación de la propuesta de trabajo que se hacía. Una nueva reunión con la comunidad tuvo lugar, en la cual sus miembros se mostraron de acuerdo en participar en la realización del trabajo y en comenzar las actividades.

### 3.4. Reconocimiento preliminar: croquis de la comunidad, petición de reunión al FC, uso de SIG y recorridos



**Imagen 7. Realización de croquis de Las Promesas - Nueve Cerros por miembros de la comunidad. Fuente: Esther MV.**

Después de mostrar la comunidad su acuerdo, en esa misma reunión se propuso a los presentes elaborar un croquis de la comunidad en una pieza grande de papel, señalando especialmente la ubicación de las fuentes de agua, las propiedades comunales y las vías de acceso a las mismas.

Se programó una reunión con el primer facilitador comunitario en el centro de convergencia, con el objetivo de tratar cuestiones como las enfermedades con mayor incidencia en la población, el contenido de las charlas acerca de hábitos básicos de higiene, etcétera. Esta



reunión fue aplazada por el propio FC, no pudiendo teniendo lugar finalmente en ningún momento antes del regreso a España de la autora.

Para realizar un primer reconocimiento del territorio de la comunidad, se consultó información geográfica en formato vectorial y ráster mediante el software *ArcGIS* y se realizó un recorrido por el centro urbano y su entorno. También se llevó a cabo una primera tanda de entrevistas en las viviendas durante un día. A partir de la realización de estas actividades, y conociendo ya los medios de que se disponía, se planificaron las salidas a la comunidad para la realización del trabajo de campo.

### **3.5. Estudio de la situación del sector del APS en la ERL: información secundaria, observación directa y conversaciones en las comunidades**

Se recopiló y analizó información secundaria solicitada a instituciones públicas. Esa información fue proporcionada en tablas consolidadas de datos, sin recibir explicaciones sobre el modo en que se había recopilado y tratado la información. Así, el análisis para la obtención de los resultados presentados en los apartados 4.1.2 y 4.1.3 estuvo marcado por algunas cuestiones que pueden consultarse en el Anexo II.

Por otra parte, durante la estancia en terreno se trabajó la temática de los recursos hídricos en el marco de la realización de prácticas profesionales, lo cual permitió visitar buena parte de las comunidades de la ERL, observando y conversando sobre aspectos que resultaron útiles posteriormente también para la realización de este TFM.

### **3.6. Estudio de los recursos hídricos disponibles en la comunidad: medidas y cálculos de cantidad y análisis de calidad**

El reconocimiento preliminar permitió conocer cuáles son las fuentes de agua disponibles en la comunidad.

La medida de caudales en el arroyo y el río se veía dificultada por la escasez de tiempo y de recursos. En el caso del río Promesas, además, los miembros de la comunidad sienten rechazo hacia el mismo como fuente de agua para el consumo humano. Así, se decidió no tomar medidas en el río Promesas, llevándose a cabo la medición de caudales en dos de las fuentes de la comunidad: la captación comunal y el arroyo Elisa. En ambos casos se utilizó el método consistente en medir con un cronómetro el tiempo que tarda en llenarse de agua un recipiente de volumen conocido.

- La medida del caudal en la captación comunal se realizó al inicio de la época seca, habiendo notado tras varias visitas a la comunidad que los chorros iban siendo menores. Se taparon lo mejor posible cinco de las seis salidas de agua que tiene la construcción, realizando las acciones correspondientes para dicha medida en la salida restante, cronometrando el tiempo que tardaba en llenarse una tinaja de unos 12 L de capacidad, el tipo más utilizado por la población.

- Para el caso del arroyo Elisa, la medida se realizó en el punto del cauce en el que los comunitarios recogen agua. Allí han dispuesto un azud, construido éste con un tablón colocado en sentido transversal al curso del agua, de 3 m de largo por 0.42 m de alto, y en cuyo borde superior se han abierto 3 muescas de tamaño similar por las que desborda el agua acumulada. Se midió el tiempo que el agua que salía por una de las muescas tardaba en llenar una tinaja de 12 L de capacidad. Se realizaron varias medidas, a partir de las cuales



Imagen 8. Geoposicionamiento de puntos de interés en el río Promesas. Imagen tomada a finales de febrero de 2014. Fuente: Esther MV.

se halló la media. Finalmente, para el cálculo del caudal se consideró que el agua se estaba vertiendo por tres muescas de forma simultánea mientras se realizaba la medida en una de ellas.

Los valores de caudal (Q) se calcularon mediante la expresión:

$$Q = \frac{V}{t} \quad (I)$$

Donde: V es el volumen del recipiente, en litros; y t es el tiempo que dicho recipiente tarda en llenarse, en segundos.

Para el caso de la cantidad de agua de lluvia disponible, se recopiló información sobre la pluviometría en la zona. Existen informes con datos tomados de un pluviómetro y de una estación meteorológica ubicados en el interior del PNLL.

Se tomaron muestras de agua para realizar su análisis bacteriológico y físico-químico. Las circunstancias en que se produjeron los muestreos para ambos análisis se explican en los Anexos II.b y II.c.

- El análisis bacteriológico se realizó con apoyo de la USA del Centro de Salud de Cobán, dependiente del MSPAS.



**Imagen 9. Equipo disponible para determinación de nitratos y fosfatos en muestras de agua. Fuente: Esther MV.**

- El análisis físico-químico fue realizado con la colaboración de la USAC de Guatemala y de la USA del Centro de Salud de Cobán. Por una parte, el Laboratorio de Suelos, Plantas y Aguas “Salvador Castillo Orellana” de la Facultad de Agronomía realizó el análisis de los siguientes parámetros: potencial de hidrógeno, conductividad eléctrica, calcio, magnesio,

sodio, potasio, cobre, zinc, hierro y manganeso. Por otra parte, desde el CEMA se prestó a la autora del trabajo un colorímetro portátil, modelo DR/850, de la Compañía Hach, y se proporcionaron los reactivos necesarios para realizar los análisis de nitratos y fosfatos. La USA proporcionó agua destilada y guantes de látex.

### **3.7. Estudio del acceso al agua potable y el saneamiento en la comunidad: observación directa, entrevistas, toma de coordenadas y elaboración de cartografía**

Se recopiló información sobre las formas de acceso al agua y el saneamiento mediante observación directa durante las visitas a la comunidad y mediante la realización de entrevistas en las viviendas. Los datos recopilados se ordenaron en tablas y hojas de cálculo (paquete *Office*), analizándolos mediante herramientas de filtro y realizando diversos cálculos (sumatorios parciales, sumatorios totales, promedios y porcentajes).

Durante los recorridos por la comunidad se tomaron fotografías y coordenadas de elementos de interés. Estas coordenadas fueron utilizadas para la elaboración de cartografía. Más información sobre este último aspecto se aporta en el Anexo II.e.

Se calculó el consumo actual de agua en la comunidad, partiendo de los datos obtenidos mediante las entrevistas realizadas en las viviendas. Se consideró, asimismo, la información demográfica disponible. Sobre el análisis del aspecto en cuestión cabe tener en cuenta lo expuesto en el Anexo II.d.

### **3.8. Análisis de viabilidad de las alternativas propuestas**

El proceso de análisis se ha realizado a partir de la información obtenida sobre el contexto local y la comunidad, así como a partir de la consulta de

fuentes documentales sobre tecnologías de APS. Se han considerado, de forma general, los factores que afectan a la viabilidad de una intervención de desarrollo: económicos, tecnológicos, sociales y ambientales.

En base a esos factores, se otorgó a cada alternativa una calificación cualitativa (muy mala, mala, regular, buena o muy buena). Posteriormente se calificaron de forma cuantitativa, correspondiendo a cada calificación cualitativa un valor numérico: 1, 2, 3, 4 ó 5, respectivamente. Además, cada grupo de factores tiene un coeficiente de ponderación, en función del peso que se ha considerado que se les debe dar a la hora de la elección:

- Para los tecnológicos: 0,4, porque la solución debe tener un carácter eminentemente técnico; y porque, en general, tecnologías complejas conllevan mayores costes económicos.

- Para los económicos: 0,3, porque se trata de una comunidad muy pobre, pero los factores tecnológicos engloban en parte a los económicos.

- Para los sociales: 0,2, porque ya se consideran las opiniones, preferencias y demandas de la comunidad a la hora de plantear las alternativas.

- Para los ambientales: 0,1, porque no se plantean alternativas agresivas con el medio ambiente, mientras que sí se proponen alternativas que impactan positivamente sobre el mismo.

Cada alternativa resulta finalmente calificada por el valor de la suma de los valores cuantitativos que se le han asignado en base a cada tipo de factor, multiplicado cada uno de esos valores por su correspondiente coeficiente de ponderación.

Este método es utilizado, por ejemplo, en la valoración de impactos en los estudios de impacto ambiental.

## 4. RESULTADOS

### 4.1. Caracterización del acceso al agua potable y el saneamiento en la Ecorregión Lachuá

#### 4.1.1. Disponibilidad de agua en la ERL

Como se mencionó en el apartado correspondiente al contexto local, el sistema hidrológico de la ERL forma parte de la gran cuenca del río Usumacinta (73.195,22 km<sup>2</sup>, la séptima en cuanto a mayor superficie del continente americano). El régimen del río Usumacinta es torrencial, con caudales medios de 1.775 m<sup>3</sup>/s y con caudales máximos absolutos de hasta 6.000 m<sup>3</sup>/s. La precipitación media anual en el área de la cuenca va desde los 1.000 hasta los 5.000 mm. La cuenca en cuestión es una de las 6 compartidas por México y Guatemala, siendo la de mayor superficie e importancia en cuanto a la recepción de cantidad de agua, y constituyendo una de las regiones de mayor precipitación de toda Mesoamérica. La mayor parte de la cuenca alta se encuentra en Guatemala, mientras que la parte baja se localiza casi exclusivamente en México (Escuela de Biología/USAC, 2004, p. 5).

En cuanto a la parte de la cuenca que comprende la ERL, se reconocen 14 microcuencas hidrográficas dentro de ella, todas pertenecientes a la subcuenca del río Salinas. Existen dos corrientes de agua principales: el río Chixoy o Negro y el río Icbolay, afluente del anterior. La estación hidrométrica más cercana al área de la ERL con que cuenta el río Chixoy arroja un valor de caudal promedio de 551m<sup>3</sup>/s (Monzón Miranda, p. 11, 1999). Existen otras corrientes de menor entidad de tipo permanente, así como numerosas de tipo intermitente. Esas corrientes menores presentan caudales irregulares, se secan en la época de menor precipitación y surgen o desaparecen en los sumideros propios del relieve kárstico, constituyendo corrientes subterráneas<sup>22</sup>. En el interior del PNLL se encuentra la Laguna Lachuá, cuyo espejo de agua tiene una extensión de 407 hectáreas y en la que, hasta la fecha, se ha determinado una profundidad máxima de 222 metros. Existen otros sistemas lagunares de menor entidad, en la zona de Salinas - Nueve Cerros, en un área de reserva municipal al norte de la ERL. Debido a las características geológicas del área, las aguas subterráneas cobran especial importancia en el sistema hídrico de la ERL. Según Monzón Miranda (1999, p. 21), al tratarse de una zona kárstica, existen fallas y desvíos que canalizan el agua de forma errática, siendo común que en las áreas cercanas a sistemas lagunares “no pueda ubicarse agua subterránea”.

---

<sup>22</sup> Es reseñable el caso del río Icbolay, el cual se pierde en un sumidero hacia el sur de su cauce, siendo su curso subterráneo durante un tramo. Este tipo de sumideros con corrientes permanentes no se repite en otros sitios de la zona.

El clima es lluvioso durante todo el año, aunque se distingue una época seca en la que las precipitaciones son menores, que según la zona puede ser más o menos larga y que se da entre enero y mayo, siendo abril el mes de menor precipitación. Se trata de un área muy húmeda, con 150 días de precipitación al año, y dándose desde junio hasta octubre los mayores valores de precipitación. La precipitación media anual varía entre los 3.000 mm y los 4.300 mm, con un promedio de 3.300 mm (Monzón Miranda, 1999 e INAB y UICN, 2009).

En cuanto a la calidad del agua, las principales fuentes de contaminación de las aguas en el área son los centros poblados, donde no existe servicio de recogida ni infraestructura para tratamiento de residuos sólidos y aguas grises, las actividades agropecuarias (en especial los monocultivos de palma, por el elevado uso de productos químicos) y las explotaciones petrolíferas.



**Imagen 10. Plantación de palma africana en la comunidad San Marcos Lachuá. Fuente: Esther MV.**

Como se señaló en el apartado de antecedentes, han sido realizados numerosos estudios que incluyen análisis de calidad físico-química y bacteriológica de las aguas del área. Por ejemplo, Monzón Miranda (1999, p. 71) concluye que en la laguna Lachuá y sus afluentes las características organolépticas y los parámetros de pH, temperatura y turbiedad “cumplen con los requisitos físicos para usos recreativos y que debe tener el agua potable; sin embargo, químicamente las aguas son duras por poseer niveles elevados de calcio, sulfatos y nitritos, por lo que no es aceptable para el consumo humano”. Además, en su estudio se detectó la presencia de la especie *Escherichia coli* en el agua, respecto a lo cual afirma que el origen está en “animales de sangre caliente y los desechos de las comunidades”. Por otra parte, los guardarrrecursos del PNLL relatan cómo los análisis de las aguas de diversas fuentes de la ERL realizados *in situ*, de los que han sido testigos a menudo al dar apoyo de campo a los investigadores, revelaban la contaminación bacteriológica de las muestras.



Desde el PNLL se está impulsando el estudio de los recursos hídricos de la ERL. En este contexto, de forma coordinada con el MSPAS y con el apoyo de voluntarios y estudiantes, están siendo llevados a cabo muestreos y análisis del agua de fuentes del área. Los resultados del análisis físico-químico de las muestras tomadas en octubre de 2013 se muestran en la Tabla 5. En cuanto a la aptitud de las aguas para consumo humano, los valores de los parámetros físico-químicos están por debajo de sus correspondientes límites máximos permisibles, mientras que del análisis bacteriológico resultó que ninguna de las muestras analizadas es apta para consumo humano<sup>23</sup>.

---

<sup>23</sup> Aceptación de las muestras según norma COGUANOR NTG 29001.

**Tabla 5. Resultados de análisis físico – químico de aguas naturales en la Ecorregión Lachuá. Fuente: Morales Navarro (2013).**

Fuente de agua	Ubicación de la fuente	Temperatura (°C)	pH	Conductividad (μ/cm)	Salinidad (‰)	Turbidez (FAU)	Fosfatos (mg/L)	Nitratos (mg/L)
Agua entubada (fuente subterránea)*	Comunidad Monte Sinaí	28,5	7,75	311	0,15	ND	ND	ND
Cueva (fuente subterránea)	Comunidad Monte Sinaí	24,5	7,43	165,2	0,08	3	0,21	1,1
Pozo comunitario	Comunidad Salacuim	27,0	6,21	152,4	0,07	ND	ND	ND
Nacimiento	Comunidad Saholom	26,9	5,34	47,7	0,02	6	0,06	2,5
Río Machaca	Comunidad Zapotal II	26,8	7,48	106,7	0,08	26	0,03	0,3
Arroyo	Comunidad Zapotal II	25,7	6,59	33	0,01	ND	ND	ND
Pozo	Comunidad Rocjá Pontilá	25,6	6,50	115,1	0,05	ND	ND	ND
Río Icbolay	Comunidad Rocjá Pontilá	24,9	8,14	437	0,21	6	0,04	0,3
Río Tzetoc	Comunidad Río Tzetoc	27,9	7,92	694	0,34	6	0,08	0,4
Arroyo	Comunidad Las Tortugas	25,3	6,49	42,8	0,02	6	0,19	0,5
Pozo	Comunidad Las Tortugas	28,0	5,66	57,9	0,03	ND	ND	ND
Pozo	Comunidad San Benito II	26,0	5,48	39,7	0,02	ND	ND	ND
Río Las Mulas	Comunidad San Benito II	25,8	7,27	144,6	0,07	8	0,06	0,1
Río	Comunidad Pataté Icbolay	24,8	7,41	76,8	0,04	4	0,83	0,2
Río	Comunidad Faisán I	23,8	7,78	309	0,15	7	0,64	0,2
Río Tzetoc (efluente desde la laguna)	Comunidad Río Tzetoc	30,8	8,10	934	0,46	ND	ND	ND
Laguna Lachuá	PNLL	30,4	8,07	958	0,47	ND	ND	ND
Laguna Lachuá	PNLL	26,8	7,65	1027	0,51	ND	ND	ND
Río Peyán	PNLL	24,2	7,36	1146	0,51	4	0,11	0,1
Río Escondido	PNLL	24,4	7,65	213,8	0,1	ND	ND	ND
Río Escondido	PNLL	30,8	8,10	934	0,46	ND	ND	ND
Río Lachuá	PNLL	31,3	8,13	952	0,47	6	0,13	0,3
NOTAS								
*Se trata de un nacimiento de agua. La comunidad captó esta fuente, conduciendo el agua por una tubería.								



#### 4.1.2. Accesibilidad al agua y el saneamiento en la ERL

Una de las principales características socioeconómicas de la ERL es la carencia casi absoluta de servicios básicos, carencia que es total en el caso de los servicios de APS. A continuación se expone, analiza y compara un conjunto de datos sobre la cobertura de dichos servicios.

Para caracterizar el acceso al agua y el saneamiento en el conjunto de las comunidades de la ERL, además de la utilización de otros métodos, se solicitó información oficial al respecto. Se han podido consultar datos de 2006 para la región Santa Lucía Lachuá y de 2013 para ocho comunidades pertenecientes a la misma región, incluyendo la comunidad estudiada en el TFM.

**Tabla 6. Abastecimiento de agua y saneamiento. Región Santa Lucía Lachuá.**  
Fuente: elaboración propia a partir de DGSIAS/MSPAS (2014a).

Aspecto	Número de viviendas con datos	Porcentaje sobre el total de viviendas con datos
<b>Tipo de sistema de abastecimiento</b>		
Pozo	Propio	697
	Comunitario	1.289
Chorro	Propio	4
	Comunitario	6
Río	271	11,38
Otros	115	4,83
Total	2.382	100
<b>Tipo de sistema de disposición de excretas</b>		
Letrina	2.318	95,79
Inodoro	5	0,21
Otro medio inadecuado	97	4,01
Total	2.420	100
<b>Disposición de basuras</b>		
Adecuado (sin moscas, la entierran, tren de aseo)	719	95,23
Inadecuado	36	4,77
Total	755	100

Para el caso del año 2006, se recibió, a través de la organización ICOS, la denominada *Tabla 4 – Características del medio en la vivienda* (DGSIAS/MSPAS, 2014a) para la región Santa Lucía Lachuá. Este documento contiene datos sobre la forma de abastecimiento de agua, de disposición de excretas, disposición de basuras y existencia de animales domésticos (perros, vacunados o no, y gatos), por vivienda, sector y centro comunitario, en las comunidades de la región. La fecha de consolidación e impresión de la información es febrero de 2014, pero la

fecha de actualización de los datos es de diciembre de 2006. No se recibió aclaración alguna sobre la forma en que se recopiló la información, ni la definición de los indicadores utilizados.

Para analizar la información de la *Tabla 4* se extrajo el número de viviendas con datos, por sector, que utilizaban cada sistema, calculando el total para cada comunidad y para la región Santa Lucía. Sobre el total de la región se calcularon los porcentajes de viviendas que usaban cada sistema. Dado que el número de viviendas con datos en la tabla que fue proporcionada varía para cada tipo de sistema de agua y saneamiento considerado, los totales calculados para la región Santa Lucía Lachuá (2.382, 2.420 y 755) no coinciden. Los resultados de estos cálculos se muestran en la *Tabla 6*.

Por otra parte, las boletas sobre cobertura de servicios de APS del Sistema de Información de Agua Potable y Saneamiento (boletas SAS), correspondientes al año 2013. Sólo se podía disponer de estas boletas en formato impreso, las cuales están almacenadas en una oficina del Área de Salud de Cobán. Dada la falta de tiempo para consultar todas las boletas cuando se pudo acudir a dicha oficina, se optó por extraer la información sobre ocho comunidades seleccionadas. Éstas son la comunidad de estudio del TFM y otras siete que limitan con ella o cuyos límites son cercanos, todas incluidas en la región Santa Lucía Lachuá. La información reflejada en las boletas se ha resumido en la *Tabla 7*.

Tabla 7. Cobertura de agua y saneamiento en comunidades seleccionadas de la región Santa Lucía Lachuá. Fuente: elaboración propia a partir de datos de SIAPS (2013).				
Comunidad	Tipo de abastecimiento de agua	Disposición de excretas		
		Tipo de sistema	Nº letrinas buen estado	Nº letrinas mal estado
Las Promesas - Nueve Cerros	Pozo comunitario	LT	80	22
El Triunfo - Nueve Cerros	Pozo comunitario	LT	29	2
San Jorge - La Unión	Tanque*	LT	44	0
Unión Buena Vista (El Peyán)	Pozo comunitario	LT	38	1
Santa Elena 20 de Octubre	ND	LT	46	1
San Marcos Lachuá	Pozos propios	LT	33	5
		LASF	64	8
Santa Cruz - El Nacimiento	ND**	LT	28	21
Nuevo León	Pozos propios	LT	4***	
NOTAS				
*Especifica construido por Cruz Roja en 2005.				
**Sólo marca “tipo por bombeo”.				
***Especifica “estado regular”, pero no distingue entre buen y mal estado				

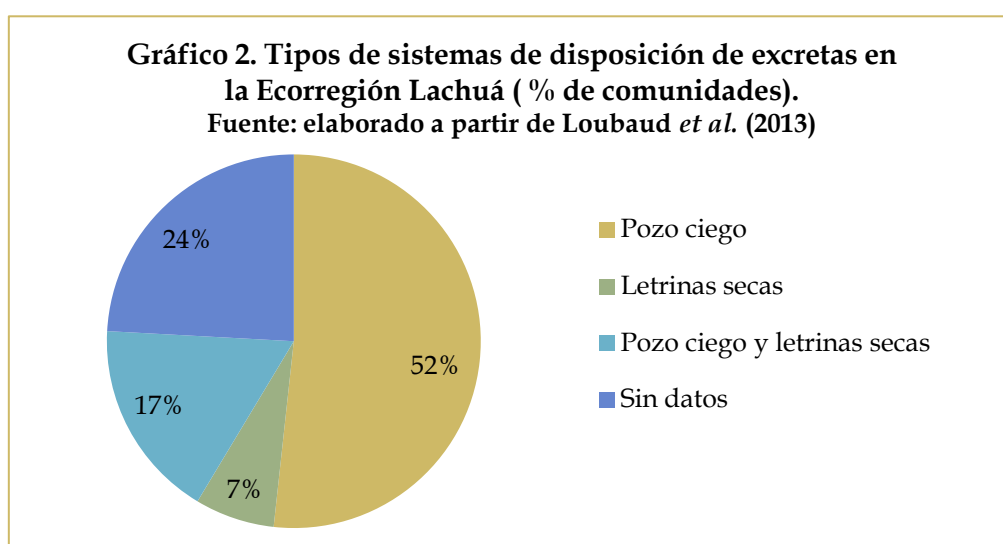
Para el total de comunidades, tanto de la región Santa Lucía Lachúa como de la región Salacuim, se dispone de los datos obtenidos para la construcción del SIG sobre los recursos hídricos de la ERL al que se hizo referencia en el apartado 2.1. La base de datos incluye información de cada una de las comunidades, relativa a aspectos de acceso al agua y el saneamiento, el número de meses en que se nota escasez de agua, etcétera, proporcionada por miembros de los COCODE de primer nivel. En la Tabla 8 se muestra información sobre la principal fuente de abastecimiento y sobre el modo de disposición de excretas en las comunidades.

Tabla 8. Abastecimiento de agua y saneamiento en la Ecorregión Lachúa. Fuente: elaboración propia a partir de Loubaud <i>et al.</i> (2013).		
ASPECTO SOBRE APS	NÚMERO DE COMUNIDADES	
	R. S. Lucía (37)	R. Salacuim (21)
<b>Fuente principal de abastecimiento de agua</b>		
Corrientes superficiales	10	16
Pozos	10	1
Ambos	6	1
ND	11	3
<b>Tipo de infraestructura de disposición de excretas</b>		
Pozo ciego	13	17
Letrinas secas	4	0
Ambos	9	1
ND	11	3

Independientemente de los condicionantes para realizar un análisis pormenorizado de los datos presentados, como se explicó en el apartado dedicado a la metodología, se puede afirmar que existe una carencia total de servicios de APS en la ERL. En concreto, ninguna vivienda de las ocho comunidades de las que se consultó la boleta SAS dispone de conexión de agua en ninguna de sus viviendas. Esto está en consonancia con lo aseverado en el POT de la ERL (INAB - UICN, 2009, p. 78): “en ninguna de las comunidades [de la ERL] existe servicio de agua domiciliar”.

En ese documento también se puede leer que “todas [las comunidades] se abastecen con agua de ríos, pozos y nacimientos”, que en algunas comunidades “utilizan colectores de lluvia (depósitos)” y que la fisiografía influye en el tipo de fuente, “ya que en las partes montañosas (zona sur) predomina el acceso por quebradas y nacimientos de agua, mientras que en las partes planas (zona norte) predomina el acceso por pozos artesanales”. El análisis de la Tabla 4 refleja esta situación para el caso de la región Santa Lucía Lachúa (ubicada en la zona norte), donde la población utiliza como fuentes

principalmente pozos (83,38% de las viviendas con datos, ya sean de tipo propio o comunitario) y prácticamente el resto (11,38%) se abastece de ríos. En cuanto a la información incluida en la base de datos del SIG, se tiene información de 27 comunidades de la región Santa Lucía Lachuá, y de 18 de las comunidades de la región Salacuim. En la primera, el acceso a ambos tipos de fuentes está igualado, si bien aún falta información sobre 11 comunidades. Para el caso de la región Salacuim, sólo faltan datos de 3 comunidades, y se puede ver claramente el predominio del acceso mediante ríos y arroyos. Otro apunte que se hace en el POT de la ERL es que todas las fuentes de agua utilizadas sufren escasez durante la época seca, de forma que la población tiene que ir más lejos para acarrear el agua hasta las viviendas y que se consume agua de baja calidad.



En lo referente a la disposición de excretas, según los datos de la *Tabla 4* resulta que en casi un 96% de las viviendas para las que se dispone de datos se usan letrinas, aunque no se especifica el tipo. En las boletas SAS se concreta un poco más con el concepto “letrina de hoyo”. Por lo observado en terreno y la información del resto de fuentes mencionadas en este apartado, se entiende que se refiere a pozos ciegos, y no a letrinas propiamente dichas. Por ejemplo, según los datos de las conversaciones con los COCODE que se encuentran en el SIG, en 30 de las 44 comunidades sobre las que se tiene información se usan sólo pozos ciegos, frente a 4 en las que sólo usan algún tipo de letrina seca y 10 en las que se dispone de infraestructuras de ambos tipos. Todo ello se refleja en el Gráfico 2. Según el POT de la ERL (INAB – UICN, 2009, p. 80), el 90% de las viviendas de las comunidades cuentan con pozo ciego y el 10% restante dispone de letrina abonera.

Según los datos de la *Tabla 4*, en un 95% de las viviendas de la región Santa Lucía Lachuá las basuras se disponen de forma adecuada. Hay que tener en cuenta que ese porcentaje se obtiene de datos disponibles para 755 de las 2.435 viviendas de la región en 2006. Por otra parte, en INAB – UICN (2009, p. 65) se dice que en la ERL no existe ninguna infraestructura ni ningún sistema de recolección y tratamiento de la basura, que la mayoría de la población la quema o la entierra y que “en los centros con características urbanas se manifiesta la deposición en cualquier lugar”. Durante la estancia en terreno se observó que los residuos inorgánicos, compuestos principalmente por envases de plástico, suelen ser amontonados y quemados en los lotes, mientras que los restos orgánicos se dan como alimento a los animales en los patios. Asimismo, también es frecuente que los residuos sean tirados en cualquier lugar, tanto dentro de los lotes, como en el interior de las viviendas, las zonas comunales de los centros poblados y los caminos.

#### **4.1.3. Agua, saneamiento, salud e higiene en la ERL**

Para conocer la incidencia de las enfermedades relacionadas con el APSH en la ERL se buscaron datos sobre morbi-mortalidad en la población de las comunidades del área.

Por una parte, se obtuvo la *Lista de defunciones* del año 2013 (DGSIAS/MSPAS, 2014e) de la región Santa Lucía Lachuá. Aparecen reflejadas 24 defunciones. En 4 de los casos, todos de niños y niñas de 0 a 3 años de edad, la causa es enfermedad diarreica aguda. Por otra parte, se dieron 3 muertes, también en niños (de 0 a 1 año de edad) por desequilibrio hidroelectrolítico, aunque no se especifica su tipología y por tanto no se pudo determinar si fueron debidas a la falta de ingestión de agua o a episodios de diarrea.

Se obtuvieron también los reportes mensuales de morbilidad prioritaria, por grupos de edad y por sexo, para los años 2011, 2012 y 2013 (DGSIAS/MSPAS, 2014b) de la región Santa Lucía Lachuá. Entre las enfermedades reportadas, se encuentran varias incluidas en tres de los grupos que incluyen enfermedades relacionadas con el agua<sup>24</sup>: enfermedades propagadas por el agua, enfermedades debidas a la escasez o el uso de agua contaminada para la higiene y enfermedades provocadas por un insecto vector relacionado con el agua. No aparecen datos de enfermedades del cuarto grupo (enfermedades incubadas en el agua). Se extrajeron los datos de interés de esas tablas, clasificándolos según la edad del paciente en dos categorías: población infantil (de 0 a 19 años) y población adulta (de 20 años en adelante). Esos datos se muestran en la *Tabla 9*.

---

<sup>24</sup> Grupos de enfermedades relacionadas con el agua según mecanismo de transmisión, en base a Batista y Mecerreyes en VVAA (2011, pp. 27 – 29).

Si bien se carece de más información que permita analizar puntos como el número de diagnósticos de cada enfermedad, los datos disponibles dan cuenta de la prevalencia de enfermedades relacionadas con el agua, el saneamiento y la higiene en las comunidades del área. Se puede destacar, entre otras cosas, el número de diagnósticos de infecciones intestinales bacterianas y de parasitosis intestinales en la población infantil frente al número en la población adulta: para el primer diagnóstico, 106 frente a 4 en 2011; y para el segundo, 152 frente a 0 en 2012 y 253 frente a 14 en 2013.

**Tabla 9. Morbilidad prioritaria (región Santa Lucía Lachuá). Diagnósticos seleccionados (enfermedades relacionadas con el agua). Fuente: elaboración propia a partir de datos de DGSIAS/MSPAS (2014b).**

Código CIE y diagnóstico	Población infantil y joven (0 a 19 años)			Población adulta (20 años o más)			Población total		
	2011	2012	2013	2011	2012	2013	2011	2012	2013
<b>A:04:9. Infección intestinal bacteriana, n. e.</b>	106	38	0	4	0	0	110	38	0
<b>A:06. Amebiasis</b>	11	38	44	2	21	59	13	59	103
<b>A:09:1. Disentería (diarrea con sangre)</b>	98	89	105	1	38	40	99	127	145
<b>A:09:X. Otras EDA</b>	0	3	0	0	0	0	0	3	0
<b>B:49. Micosis, n. e.</b>	31	0	47	15	0	84	46	0	131
<b>B:82:9. Parasitosis intestinales, s. o. e.</b>	0	152	253	0	0	14	0	152	267
<b>B:86. Escabiosis</b>	14	60	175	13	20	87	27	80	262
<b>H:10:9. Conjuntivitis, n. e.</b>	62	129	133	9	40	74	71	169	207
<b>K:29:5. Gastritis crónica, n. e.</b>	4	0	0	10	0	0	14	0	0
<b>K:29:7. Gastritis, n. e.</b>	26	23	29	182	165	306	208	188	335
<b>L:01:0. Impétigo</b>	7	93	202	0	7	32	7	100	234
<b>TOTALES POR AÑO</b>	359	625	988	236	291	696	595	916	1.684
<b>NOTAS:</b> - n. e.: no especificada - s. o. e.: sin otra especificación									

En cuanto a la comparación con otro tipo de enfermedades, el número total de consultas con diagnósticos de infecciones intestinales bacterianas, parasitosis intestinales, amebiasis, disentería, otras EDA y escabiosis para cada año (249 en 2011, 459 en 2012 y 777 en 2013) supera al de diagnósticos de enfermedades respiratorias agudas (0 consultas en 2011, 125 en 2012 y 241 en 2013, de neumonía y bronconeumonía).

Destaca también el número de consultas por lumbago (105, 97 y 140 diagnósticos para 2011, 2012 y 2013, respectivamente), que además es mayor para la población femenina adulta. Esto puede estar relacionado con el hecho



contado a menudo por las mujeres en las comunidades de que les duele la espalda al realizar distintas actividades, incluyendo el acarreo de agua.

En el documento *Registro semanal de vigilancia epidemiológica* del Área de Salud de A. V. (SIGSA/MSPAS, 2014) para la región Santa Lucía Lachúa se encontraron datos sobre enfermedades transmitidas por alimentos y/o agua. Concretamente, el único diagnóstico que presenta casos registrados es el de otras EDA que, como se ve en la Tabla 10, se registra prácticamente sólo para población infantil y joven. La prevalencia se da fundamentalmente en población infantil de 0 a 4 años de edad.

Tabla 10. N° de diagnósticos de enfermedades transmitidas por el agua y/o los alimentos en población de Las Promesas – Nueve Cerros, por edad, registrados en el Área de Salud de A. V. Fuente: elaboración propia a partir de datos de SIGSA/MSPAS (2014).

Año	Población infantil y joven (0 a 19 años)	Población adulta (20 años o más)	Total
2011	115	0	115
2012	179	0	179
2013	264	38	302

Hervir el agua es el método habitual de desinfección en las viviendas. Una observación importante y muy frecuente hecha en viviendas de varias comunidades de la ERL en las que se tuvo la oportunidad de estar durante la estancia en terreno, tiene que ver con la preparación de bebidas calientes como el café, el cacao, el *pinol*<sup>25</sup> y la *incaparina*<sup>26</sup> o bebidas preparadas con avena en polvo, muy consumidas entre la población, incluyendo niños y niñas. Para prepararlas se pone el agua, extraída de pozos, arroyos o ríos generalmente y almacenada en la vivienda en tinajas o cubetas, dentro de pucheros o recipientes más pequeños que se colocan al fuego. Para el caso del café, el contenido de las bolsitas que lo contienen se vierte en el agua justo cuando comienza la ebullición, de forma que ésta se corta rápidamente, y después se suele retirar del fuego, con lo que no se asegura la desinfección del agua. En cuanto al cacao, el pinol, etcétera, se vierte la sustancia en agua caliente que a menudo tampoco se ha dejado hervir durante el tiempo suficiente para asegurar la muerte de los microorganismos patógenos que pueda contener.

#### 4.1.4. Ejemplos sobre la situación del acceso al APS en la ERL

Para finalizar la descripción del acceso al agua y el saneamiento en la ERL, se resumen casos concretos de algunas comunidades, incluyendo información sobre algunos antecedentes de solicitud de intervenciones y de

<sup>25</sup> También llamado pinole, es una bebida prehispánica que se elabora con harina de maíz tostado y molido, a la que actualmente se suele añadir azúcar y canela.

<sup>26</sup> Mezcla de harina de maíz y harina de soja y cuya composición incluye vitaminas y minerales, que es utilizada como complemento alimenticio.

proyectos realizados dentro del sector de estudio. Estos casos fueron conocidos mediante conversaciones acerca del acceso al agua y el saneamiento que se mantuvieron con miembros de los COCODE y con miembros de la población de algunas comunidades. Se resume también la forma de acceso al agua y el saneamiento en el PNLL.

El tema central en las citadas en las comunidades solía ser la falta de cumplimiento de la Municipalidad con la obligación de proporcionar el servicio de abastecimiento de agua debidamente clorada a la población. Mientras que, en base a esto, se puede afirmar que es una demanda de la población ser abastecida de agua de calidad para el consumo humano, no se percibió que la atención en cuestión de saneamiento sea demandada, en general, de la misma forma. Por ejemplo, existe la idea entre la población de que las letrinas que las ONG proporcionan a la población acarrear la presencia de moscas y originan malos olores, por lo que hay un rechazo importante a estas infraestructuras. No obstante, muchos miembros de los COCODE con los que se tuvo la



**Imagen 11. Letrina de hoyo o pozo ciego. Al fondo se ven olotes, utilizados para la limpieza anal. Fuente: Esther MV.**

oportunidad de hablar expresaron su preocupación por la carencia de letrinas y por la falta de concienciación ambiental en lo referente a la disposición de las basuras. Por ejemplo, en algunas comunidades, se pueden encontrar cubetas colgadas en estacas clavadas en el suelo a lo largo de las calles, a modo de papeleras, pero aun así los caminos están llenos de basura.

Pataté Icbolay y Faisán I son algunas de las comunidades más aisladas de la ERL. Se ubican en una zona montañosa, al sur del área. Aquí dicen que no se encuentra fácilmente agua en el subsuelo para abastecerse mediante pozos y se sufre escasez de agua durante los meses de abril y mayo. En Pataté Icbolay se abastecen de dos ríos, caminando media hora hasta ellos: el agua del río Mocochoá la utilizan sólo para consumo humano, mientras que el baño y el lavado de ropa se realiza en el río Raxruhá, donde cada familia tiene asignado un lugar. Según lo que un vecino contó y por lo que se pudo observar, algunas personas utilizan caballos para acarrear el agua. Solicitaron un proyecto de agua a la Municipalidad, tras lo que acudieron técnicos que les dijeron que no era posible llevarlo a cabo porque la comunidad está situada “a mayor altura que el agua”. La propia comunidad

trató de construir una captación y entubar el agua para llevarla hasta la zona de viviendas, para lo cual cada familia aportó 500 quetzales. La construcción se hizo mal y el agua “se sale por abajo”. Ahora piensan en solicitar tinacos para recoger agua de lluvia. La población cree que el agua del río que utilizan para beber y cocinar no está contaminada, ya que “nace en la montaña y nadie toma agua más arriba”, sólo ellos la usan. Otro dato interesante es que hay un acuerdo comunal por el cual los propietarios de las parcelas deben mantener las orillas limpias, dejando “una cuerda<sup>27</sup> desde cada orilla con vegetación y sin basuras”. En Pataté se observó la existencia de letrinas ventiladas.

En Faisán I se abastecen mediante toneles para recoger agua de lluvia y un único río, llamado Yalchactí, hasta el que se camina entre 10 y 15 minutos, y que utilizan para todos los usos. Una de las personas de la comunidad señaló que la gente “también orina y hace sus necesidades allí”. En la época de escasez van a buscar el agua “más arriba, en Pataté, hasta allá hay media hora o una hora caminando”. Miembros del COCODE contaron que “al principio [de la entrada de la comunidad en el territorio] había mucha agua y estaba limpia”, pero que al aumentar la población “había mucha tala de árboles, el agua se contaminó y ya había menos”. Dicen que la gente de la comunidad vecina Pataté Icbolay también utiliza el río Yalchactí<sup>28</sup> y que “hacen sus necesidades en él”, y que por eso el agua ya llega contaminada donde la toman los vecinos de Faisán I. Por lo mismo, no abren pozos para tomar agua porque piensan que si encuentran agua estará contaminada. Contaron que “se solicitó una bomba al INFOM para sacar el agua” y recuerdan que “otra comunidad sí la recibió, pero la gente no la supo mantener y se estropeó”. Según ellos, “sería una buena opción tener un tanque grande para toda la comunidad, porque eso no se lo pueden llevar”. Por último, contaron que la organización Mercy Corps ofreció un proyecto de letrinas, el cual fue rechazado por la comunidad porque habían oído que “donde hay letrinas van las moscas y hay malos olores”.



**Imagen 12. Mujeres sacando agua a cubetadas de un pozo comunal. Imagen tomada en marzo de 2014 en la comunidad Santa Cruz - El Nacimiento. Fuente: Esther MV.**

<sup>27</sup> Cuerda: unidad de medida equivalente a 6,896 metros.

<sup>28</sup> No se pudo determinar si miembros de una y otra comunidad se referían al mismo río al hablar del Yalchactí y del Raxruhá.



**Imagen 13. Estructura construida sobre el pozo comunal en Santa Cruz - El Nacimiento.**  
**El encargado abre a las 6 de la mañana y cierra a las 6 de las tarde. Fuente: Esther MV.**

Entre todas las familias se pagó a una persona que excavó el pozo y lo revistió con anillos de cemento. El agua se extrae mediante cubos y una cuerda. El pozo se encuentra en una zona céntrica de la aldea, dentro de una caseta construida con madera y manaco. Una persona se encarga de abrir y cerrar la caseta cada día, de forma que el pozo se puede utilizar desde las 6 de la mañana hasta las 6 de la tarde.



**Imagen 14. SCALL fijo en la comunidad El Triunfo - Nueve Cerros.**

**Fuente: Esther MV.**

En cuanto al caso de El Triunfo – Nueve Cerros, la Cruz Roja Holandesa llevó a cabo (“hace unos diez años”, según una mujer de la comunidad) un proyecto de construcción de SCALL familiares y de letrinas secas. Las personas consultadas dijeron que nadie había vuelto a ir para comprobar el estado de los depósitos, pero que no habían tenido ningún problema. Contaron que durante la época seca el agua de los depósitos “solamente nos alcanza para beber y para la cocina”, teniendo que bañarse y lavar la ropa en algún tramo del río donde encuentren que queda agua, pero que su situación sí había mejorado “desde el proyecto” y que por eso están contentos.

Finalmente se tiene el caso de la Sede Administrativa del PNLL, donde el acceso al agua del personal que allí trabaja y vive durante parte de la semana se





**Imagen 15. Filtro lento de arena utilizado en la Sede Administrativa del Parque Nacional Laguna Lachuá. Fuente: Esther MV.**



**Imagen 16. Almacenamiento de agua filtrada en la Sede Administrativa del Parque Nacional Laguna Lachuá. Fuente: Esther MV.**

hace mediante un pozo excavado revestido con anillos de cemento. El agua se extrae y eleva mediante una bomba de mecate a dos tinacos de 1.000 L de capacidad que se encuentran unidos. Desde aquí, el agua es conducida por gravedad, mediante tuberías, a un lavamanos con tres llaves que suele ser usado por los visitantes del Parque, a la cocina, donde existe una pila, y a la zona de las duchas, donde también existe un lavamanos. El agua para consumo humano es recogida en la pila y vertida en un filtro lento de arena. Una vez filtrada, es almacenada en un garrafón dispuesto con la boca hacia abajo sobre un recipiente abierto por la parte superior que dispone de una pequeña llave. En 2013 se analizaron muestras del pozo y del filtro, resultando las del primero estar contaminadas bacteriológicamente, mientras que el agua del filtro no estaba contaminada. El mismo sistema (pozo excavado, bomba de mecate y filtro lento de arena) es utilizado en la Sede ubicada junto a la laguna Lachuá.

En cuanto al saneamiento, también es igual para las dos sedes. Como se ha mencionado, se dispone de una pila en la cocina. El agua que sale por el desagüe es conducida a un terreno filtrante. En cada sede se dispone de dos letrinas aboneras secas. Otras dos letrinas del mismo tipo se encuentran ubicadas a un lado del camino que lleva a la laguna. Por último, la basura orgánica es vertida y enterrada en fosas excavadas en una zona algo alejada de la sede. La basura inorgánica se acumula y con cierta periodicidad se lleva a un vertedero del municipio de Ixcán. Se pide a los visitantes del Parque que al salir saquen la basura que han generado consigo, para que pueda ser clasificada por los guardarrecursos.

## 4.2. Caracterización de la comunidad Las Promesas – Nueve Cerros<sup>29</sup>

### 4.2.1. Situación geográfica

La comunidad estudiada, Las Promesas – Nueve Cerros, se encuentra dentro de la subregión Santa Lucía Lachuá, perteneciente a la jurisdicción del municipio de Cobán, departamento de Alta Verapaz, Guatemala.

El centro poblado tiene categoría de aldea, y está ubicado a unos 160 km de la cabecera municipal y departamental (Cobán) y a 365 km de la ciudad capital (Guatemala). El territorio de la comunidad está ubicado en la parte norte de la región ecológica conocida como Ecorregión Lachuá y limita al norte con una reserva forestal, al noreste con la comunidad Nuevo León, al este con la comunidad Santa Cruz – El Nacimiento, al sur con la comunidad San Marcos Lachuá, al oeste con la comunidad Unión Buena Vista (El Peyán) y al noroeste con la comunidad El Triunfo – Nueve Cerros. El polígono de la comunidad tiene una extensión territorial de 5,49 km<sup>2</sup> y la mayoría de su superficie presenta cotas de altitud situadas entre los 170 y los 220 msnm (consulta de cartografía digital).

### 4.2.2. Características biofísicas

#### *Características geológicas y fisiográficas*

En el territorio de la comunidad existen tres tipos de formaciones geológicas: rocas sedimentarias del Cretácico – Terciario, compuestas predominantemente por sedimentos clásticos marinos; rocas sedimentarias del Paleoceno – Eoceno, constituidas por sedimentos marinos; y rocas sedimentarias del Terciario Superior Oligoceno – Plioceno, predominantemente continentales (consulta de cartografía digital).

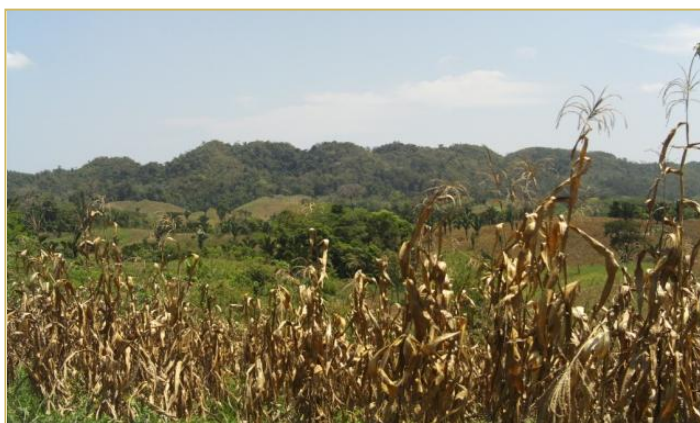


Imagen 17. Paisaje en la comunidad Las Promesas - Nueve Cerros. Fuente: Esther MV.

Fisiográficamente, la comunidad se encuentra en la llanura aluvial del río Chixoy, presentando en la mayor parte de la superficie relieves planos o con ondulaciones suaves y pendientes inferiores al 3%.

<sup>29</sup> Gran parte de la información contenida en este apartado proviene de la consulta de información cartográfica digital de la zona. Información importante sobre este aspecto puede consultarse en el Anexo II.e.



### *Características climáticas*

El clima en la zona de estudio es cálido húmedo, con una temperatura media anual de 27 °C y con una precipitación pluvial anual media de 3,600 mm (según mapas incluidos en INAB – UICN, 2009). Según lo declarado por los miembros de la comunidad, se presenta una época lluviosa de mayo a febrero y una época seca durante marzo y abril.

### *Características hidrológicas*

Desde el punto de vista hidrológico, el territorio de la comunidad pertenece a la microcuenca Canijá, subcuenca del río Salinas, cuenca del río Usumacinta, dentro de la vertiente del Golfo de México (océano Atlántico). La principal corriente superficial de agua es el río Promesas y su principal afluente

dentro de la comunidad es el arroyo Elisa<sup>30</sup>.



**Imagen 18. Tramo en el curso medio del río Elisa (zona de propiedad comunal). Imagen tomada en febrero de 2014. Fuente: Esther MV.**

No se dispone de información detallada sobre aspectos hidrogeológicos. En base a las capas de geología y edafología disponibles para trabajar con SIG y a la bibliografía sobre la ERL, en el territorio de la comunidad predominan las rocas de naturaleza caliza, lo cual tiene una gran influencia en el

régimen hidrogeológico del área. Las visitas a la comunidad y las conversaciones con sus miembros permiten afirmar que el nivel freático se encuentra muy cerca de la superficie o a nivel del suelo durante la mayor parte del año, habiendo un alto grado de escorrentía. En las visitas de campo, que como se ha comentado ya se realizaron al inicio de la época seca, se observó que el nivel del agua en los pozos excavados descendía de forma notable de un día a otro cuando las lluvias comenzaron a ser más escasas. Así, en pozos de 2 ó 3 m de profundidad que al principio de las visitas tenían agua casi hasta la

---

<sup>30</sup> En la comunidad se refieren a esta corriente sólo como “el arroyo”, o hablan de “ir hasta allá”, en referencia a ir más lejos de donde habitualmente acceden el agua en el río Promesas. A efectos de distinguir bien la fuente usada durante las entrevistas, se proponía a la gente nombrarlo como Elisa. Éste es el nombre de la primera mujer a la que se entrevistó en la comunidad.

superficie, esa agua presentaba una o dos semanas después niveles de apenas 10 ó 20 cm.

### **Características edafológicas**

En lo que respecta a la edafología del territorio de Las Promesas – Nueve Cerros, en base a la consulta de información cartográfica se tiene que los suelos presentes en la comunidad son esencialmente *mollisoles*, originados a partir de rocas calizas en relieves kársticos con afloramientos rocosos y que presentan buen drenaje. Asimismo, existe una pequeña representación en el extremo suroeste del territorio de *inceptisoles*, originados éstos a partir de esquistos arcillosos en relieves inclinados y ondulados.

### **Zona de vida y cobertura y usos del suelo**

Las características descritas determinan la clasificación del área como *bosque muy húmedo subtropical cálido*, según la clasificación de zonas de vida Holdrige. Por otra parte, las coberturas del suelo predominantes son: cultivos



**Imagen 19. Tienda construida sobre-elevada. Fuente: Esther MV.**

limpios anuales (maíz, frijol, banano) mezclados con matorrales (guamil) de 0.5 a 1.5 metros de altura; y bosque natural (selva), constituido por latifoliadas (consulta de cartografía digital).

Los principales riesgos ambientales debidos a factores naturales a los que la comunidad puede estar sometida, según lo expuesto hasta aquí, son, en

cuanto a las condiciones climáticas, inundaciones y vientos fuertes o sequías, según la época del año, y en cuanto a la geomorfología, subsidencias.

### **4.2.3. Características socioeconómicas**

#### **Origen de la comunidad y demografía**

Mediante las entrevistas con la gente de la comunidad, se pudo saber que sus primeros pobladores llegaron “hace como 30 ó 35 años”, es decir, a finales de los años setenta y principios de los ochenta, lo cual concuerda con la historia de la colonización de la Ecorregión Lachuá mostrada anteriormente. La mayoría de los pobladores actuales de Las Promesas – Nueve Cerros son los mismos fundadores de la comunidad o sus descendientes, que han nacido en

ella. En cuanto a la migración, según los datos obtenidos durante la realización de entrevistas en las viviendas, se tiene que existen al menos unos 60 habitantes pertenecientes a familias inmigrantes, no originarias de la comunidad. Por otra parte, según la información obtenida en conversaciones mantenidas con actores locales de la ERL a lo largo de la estancia en terreno, la emigración no es un fenómeno habitual en el área.

**Tabla 11. Población de la comunidad las Promesas – Nueve Cerros. Fuente: elaboración propia a partir de DGSIAS/MSPAS (2014c y 2014d).**

Fecha <sup>31</sup>	Habitantes	Fuente
05/12/2012	606	Tabla 3
07/02/2014	638	Tabla 3
18/03/2014	643	Lista general

Según información de la *Lista general* de Las Promesas – Nueve Cerros (DGSIAS/MSPAS, 2014c), la población total de la comunidad con fecha de corte de 18 de marzo de 2014, era de 643

habitantes, habiendo un total de 89 viviendas (33, 29 y 27 para los sectores<sup>32</sup> 1, 2 y 3, respectivamente). Los datos de población de los que se dispone para analizar su evolución están reflejados en la Tabla 11.

Con base en los datos disponibles se calculó la tasa de crecimiento demográfico de la comunidad, de acuerdo a la expresión:

$$\Delta N = \frac{\ln N_{t1} - \ln N_{t0}}{(t_1 - t_0)} \quad (II)$$

Donde:  $N_{t0}$  es el tamaño de la población inicial,  $N_{t1}$  es el tamaño de la población tras un tiempo  $t$  ( $t = t_1 - t_0$ ).

Sustituyendo en (II):

$$\Delta N = \frac{\ln 638 - \ln 606}{14/12}$$

$$\Delta N = 0,04$$

En porcentaje se tiene una tasa de crecimiento del 4,4% para la comunidad estudiada que, aunque alta (es el doble de la del país) resulta inferior a la tasa de crecimiento media para el total de las comunidades de la ERL, igual a un 5,7%, y que ya fue citada anteriormente (INAB – UICN, 2009).

Por otra parte, durante la recopilación de información en terreno se estaba realizando el censo de población de 2014, encontrándose en el CC un listado con los siguientes datos referentes al número de familias: 42 en el sector 1, 36 en el sector 2 y 45 en el sector 3, haciendo un total de 123 familias. Así, a

<sup>31</sup> “Fecha de actualización” para los datos de la Tabla 3 y “fecha de corte” para los datos de la Lista general.

<sup>32</sup> El centro poblado está dividido en tres sectores (Sector 1, Sector 2 y Sector 3).

cada vivienda le corresponderían 1,38 familias. Durante la realización de entrevistas en las viviendas, se encontró que en la mayoría de los lotes hay una vivienda con una sola familia habitando en ella, existiendo en otros entre una y tres viviendas y estando habitados por hasta cinco familias, según lo contestado por algunas personas entrevistadas. En la *Lista general* mencionada anteriormente se encuentran datos que van desde 1 habitante por vivienda hasta 19 habitantes en una misma vivienda. Se ha calculado un promedio de 6 miembros por familia, según las respuestas dadas en las entrevistas, y de 7 habitantes por vivienda, en base a la *Lista general* (DGSIAS/MSPAS, 2014c).

Considerando la extensión territorial y la población de la aldea, se establece una densidad poblacional de 117.12 hab/km<sup>2</sup>. Toda la población se concentra en un único núcleo, ubicado éste al suroeste del territorio de la comunidad. Dentro del centro poblado, las viviendas se agrupan en sectores. Los sectores II y III están creciendo en la zona de parcelas, con población que no dispone de lote. Algunas de las nuevas



**Imagen 20.** Algunas de las últimas viviendas construidas en la comunidad, en una zona algo alejada del centro poblado. En este área se ha dispuesto un pequeño azud sobre el arroyo Elisa.  
Fuente: Esther MV.

viviendas se están construyendo alejadas del núcleo poblado.



**Imagen 21.** Mujer de Las Promesas - Nueve Cerros desgranando frijoles. Fuente: Esther MV.

En cuanto a la composición étnica, toda la población es indígena, perteneciente prácticamente toda a la etnia maya *q'eqchi'*. Parte de la población puede hablar castellano. Entre las familias no originarias de la comunidad, se pudo saber que dos de ellas habían emigrado desde el departamento de Petén y sus miembros no hablan *q'eqchi'*.

### **Organización social y relaciones comunitarias**

En lo que respecta a los aspectos de organización comunitaria, éstos son similares a los descritos para el conjunto de comunidades de la ERL. Así, la autoridad en la comunidad es ejercida por los miembros del COCODE de



primer nivel. Cualquier tema que sea relevante para la comunidad es tratado por el COCODE y por la comunidad con el mismo, en reuniones que normalmente se realizan en el salón comunal. Otra forma de organización importante es la que se da en torno a la Iglesia. En la comunidad existen tres iglesias evangélicas, cuyos pastores son vistos como líderes. El hecho de que toda la población practique la misma religión influye positivamente en la unión entre todos los miembros de la comunidad. Finalmente, en las familias se da la



**Imagen 22. Vista de parte de la zona comunal de Las Promesas - Nueve Cerros y una de sus tres iglesias. Se aprecian también las letrinas de la iglesia. Fuente: Esther MV.**

asignación de roles típicos de la etnia *q'eqchi'* descritos en el apartado sobre las características socioeconómicas de la ERL. Las mujeres son quienes normalmente se ocupan del trabajo doméstico, realizando también tareas agrícolas junto con los varones. Ellas son las encargadas de acarrear el agua hasta la casa y de lavar la ropa y los trastes, ayudadas por niños y niñas. Actualmente no hay mujeres ocupando puestos en el COCODE, ni existe comité de mujeres en el mismo. En general, los niños y las

niñas asisten a la escuela por la mañana y por la tarde ayudan a los padres en las labores agrícolas y las tareas domésticas, incluyendo el acarreo de agua, el rajado de la leña y el cuidado de los hermanos menores.

Según lo observado en las visitas a la aldea y lo declarado por sus propios habitantes y por guardarrrecursos del PNLL que la conocen, se trata de una comunidad bien organizada. Normalmente se da un alto grado de asistencia a las reuniones convocadas por el COCODE, se suelen alcanzar acuerdos sin entrar en conflictos o enfrentamientos, y la mayoría se muestran dispuestos a colaborar y participar en las acciones que pueden tener repercusión en el desarrollo de la comunidad.

Con respecto a la temática del agua, han empezado a surgir algunas discrepancias. Al parecer, existió alguna forma de organización entre los vecinos, teniendo cada familia un lugar para utilizar el río, según han contado algunas personas, pero actualmente el acuerdo no se respeta, surgiendo disputas. Algunas personas dicen que se sienten “discriminadas” porque el río baja sucio y contaminado ya desde Santa Cruz - El Nacimiento, especialmente

“porque pasa cerca de un cementerio” y que la gente en Las Promesas “no cuida el río, lo ensucia todo”.

En general, el trato con los miembros de comunidades vecinas es bueno, aunque el avance de las plantaciones de palma puede llegar a generar tensiones. De las comunidades limítrofes con Las Promesas, la de San Marcos apenas posee ya superficie arbolada ni dedicada a cultivos básicos, al haberse hecho una empresa palmera con buena parte de los terrenos. Dentro de Las Promesas – Nueve Cerros se localizaron algunas parcelas ocupadas por palma africana. Ante el avance de la superficie ocupada por este cultivo, miembros de Las Promesas, Unión Buena Vista y Santa Cruz El Nacimiento han decidido buscar apoyo dentro del Bosque Modelo.

### ***Infraestructuras de comunicación y servicio de transporte***

Sobre las vías de comunicación, se tiene que el acceso a la comunidad se realiza por una vía de terracería. Esta vía está conectada a la carretera de la FTN, concretamente en el tramo de la misma que aún no se encuentra asfaltado, a su paso por el límite del PNLL. La vía es transitable tanto en verano como en invierno. Su estado ha empeorado desde que es utilizada por vehículos pesados que acceden a las fincas de palma africana (según conversaciones mantenidas con miembros de Las Promesas – Nueve Cerros y otras comunidades cercanas). Desde Las Promesas – Nueve Cerros se puede acceder a las comunidades de San Marcos (por la misma vía que da acceso a la comunidad), Unión Buena Vista, El Triunfo - Nueve Cerros y Santa Cruz El Nacimiento, siendo todas las vías también de terracería. Se trata de vías transitables todo el año, aunque durante la época de lluvias el paso de los vehículos a motor de cuatro ruedas (camionetas, furgonetas, pick-up) se ve bastante dificultado.

En lo que al transporte se refiere, algunos microbuses realizan el trayecto entre la comunidad y Cantabal. El viaje a la cabecera municipal y departamental se puede hacer desde San Marcos, aunque es más fácil encontrar plazas libres en los microbuses partiendo desde Cantabal. Por otra parte, es habitual el transporte en motocicleta y el transporte informal en vehículos *pick-up* particulares.

La comunidad cuenta con servicio de telefonía móvil, siendo *Tigo* la compañía que mejor señal presenta en la zona. No se cuenta con servicio de telefonía fija ni con servicio de Internet.

### ***Servicios básicos***

Se dispone de servicio de energía eléctrica desde mediados de 2013. La empresa suministradora es EMRE (del municipio de Ixcán) y el 100% de la población cuenta con este servicio. En las viviendas, las tiendas, la escuela y el



CC se utiliza la energía eléctrica sobre todo para el alumbrado y para el funcionamiento de pequeños aparatos de radio, aunque en las tiendas y en algunas casas existen también televisiones e incluso aparatos reproductores de DVD. En las tiendas se dispone de cámaras frigoríficas. Por otra parte, para cocinar los alimentos y hervir el agua se utiliza leña. La mayoría de las familias cocinan dentro de las viviendas, sobre los tradicionales *poyetones*. Se pudo saber que 65 familias fueron beneficiarias de un proyecto de construcción de cocinas mejoradas. Según contaron algunos miembros, muchas de las cocinas funcionaron durante menos de un año, ya que los comales se rompían fácilmente. No pueden repararlos ni comprarlos, ya que procedían de un lugar alejado cuyo nombre no recuerdan, que “no está en Lachuá”. No se logró obtener el nombre de la organización que realizó el proyecto ni el año en que la construcción de las cocinas tuvo lugar.

Aunque este aspecto se tratará ampliamente en apartados posteriores, se menciona aquí que la comunidad no cuenta con servicio de agua potable y que la totalidad de la población utiliza pozos ciegos como sistema de disposición de excretas. Las aguas grises no son tratadas, encontrándose habitualmente encharcamientos alrededor de los lavaderos e infiltrándose en el subsuelo o escurriendo hacia las quebradas y arroyuelos que atraviesan la comunidad. Las basuras no son tratadas adecuadamente.

En cuanto al servicio de salud, en la comunidad existe un centro de convergencia, en el que normalmente trabaja el facilitador comunitario y en el que la población es atendida por personal sanitario uno o más días de la semana.

En la comunidad existe una escuela, cuyo edificio fue construido por los la organización estadounidense Cuerpos de Paz. En ella se puede estudiar hasta el 6º grado del nivel básico. Los estudios de nivel diversificado se pueden estudiar en Cobán, aunque los jóvenes que continúan con estos estudios suelen hacerlo en Cantabal, población perteneciente al vecino municipio de Ixcán, pero mucho más cercana que Cobán. En base a datos publicados en el POT de la ERL (INAB - UICN, 2009, p. 59), existe cerca de un 50% de población analfabeta en la comunidad. Según una breve conversación que se pudo mantener con el



**Imagen 23. Muy pocos miembros de la comunidad dispone de ingresos que les permiten construir sus casas con concreto, block y lámina y disponer de señal de televisión. Fuente: Esther MV.**

maestro de la escuela de Las Promesas, el absentismo escolar es marcado, especialmente entre las niñas. En las visitas a la comunidad, a diario se observó que muchos niños y niñas estaban realizando tareas domésticas durante el horario escolar. Si bien se trata de una situación común en el país, especialmente en el medio rural, como caso representativo de la situación, la esposa del maestro tiene sólo 14 años y se encontraba en la casa realizando labores domésticas cuando se llegó a ella para realizar la entrevista.



**Imagen 24.** A menudo las viviendas disponen de techo de lámina en uno de sus edificios y de techo de manaco en otro. Fuente: Esther MV.

### **Vivienda**

Las viviendas están construidas en su gran mayoría con madera (paredes) y manaco o lámina metálica (techo), siendo el suelo de tierra. Algunas familias tienen viviendas con paredes de madera o de bloques prefabricados de cemento, suelo de concreto y techo de lámina metálica.

En general, las viviendas se componen de al menos dos edificios, que pueden ser similares o no en cuanto a los materiales de los que están contruidos y que cumplen funciones distintas: en uno la familia duerme, descansa y se reúne, sin separaciones dentro de la habitación, y en se emplaza la cocina. No

obstante, también muchas viviendas cuentan con un único edificio, en el que se duerme y se cocina. Pocas familias cocinan fuera de la casa. El humo generado en las cocinas dentro de la vivienda no suele ser manejado, no siendo habitual el uso de sistemas que permitan la salida del humo hacia el exterior. El mobiliario dentro de las viviendas es sencillo y escaso, fabricado generalmente por los mismos habitantes utilizando madera (mesas, bancos, camas).

### **Pobreza y medios de vida**

No se dispone de datos de pobreza económica a nivel de la comunidad. Como se expuso en la descripción del contexto, el ingreso per-cápita promedio anual para el total de las comunidades de la ERL es de 3.183,30 quetzales, cantidad inferior a los 3.206,00 quetzales que marcan la línea de pobreza establecida por el INE.

No se puede hablar de tasa de desempleo en la comunidad, puesto que la economía es informal por medio de trabajos agrícolas. La realización de entrevistas permitió obtener datos en 68 viviendas sobre la economía de las familias de la comunidad. En la Tabla 12 y en la Tabla 13 se presentan algunos datos sobre este tema obtenidos mediante las entrevistas en las viviendas.

**Tabla 12. Medios de vida en Las Promesas – Nueve Cerros: familias propietarias de parcela y realización de otras actividades económicas. Fuente: elaboración propia.**

Sectores	Nº propietarios	Jornaleros	Tienda	Sin otra actividad	Sin datos sobre otra actividad	Otras actividades
<b>Sector I</b>	16	4	1	5	2	2*
<b>Sector II</b>	5	1	2	2	0	0
<b>Sector III</b>	10	4	1	3	2	0
<b>Totales</b>	31	9	4	10	4	2
NOTAS						
* Apicultura						

Del total de familias, el 45,6% son propietarias de parcela, mientras que el 54,4% dijo no tener parcela en propiedad. La población de la comunidad es predominantemente agricultora, dedicándose tanto varones como mujeres a trabajar la tierra, ya sea en su propia parcela, en tierras alquiladas o como jornaleros para otros comunitarios, en la misma o en otras comunidades. La agricultura es de subsistencia y la superficie cultivada<sup>33</sup> es de 0,7 a 2,8 ha, tanto por quienes son propietarios como por quienes no lo son. Las familias que logran excedentes de la cosecha del maíz pueden conseguir algún ingreso por su venta.

**Tabla 13. Medios de vida en Las Promesas – Nueve Cerros: familias que no son propietarias de parcela y realización de otras actividades económicas. Fuente: elaboración propia.**

Sectores	Nº propietarios	Rentan una tierra	Trabajan tierra prestada o de familiares	Jornaleros	Tienda	Sin otra actividad	ND sobre otra actividad	Otras actividades
<b>Sector I</b>	10	5	3	3	1	5	0	1*
<b>Sector II</b>	12	8	0	2	2	6	0	3**
<b>Sector III</b>	15	14	1	8	0	6	1	0
<b>Totales</b>	37	27	4	13	3	17	1	4
NOTAS								
* Venta de cardamomo								
** Venta de helados, Instituto Nacional de la Energía, empresa de palma africana.								

<sup>33</sup> La población suele hablar utilizando como unidad la manzana (mz); las parcelas suelen ser de unas 30 mz y la superficie cultivada de 1 a 4 mz.



**Imagen 25. Potrero en Las Promesas - Nueve Cerros.**  
Fuente: Esther MV.

Pocas familias realizan actividades económicas distintas a la agricultura, bien como única forma de ingreso, bien de forma complementaria al cultivo de la tierra. Algunas de las otras actividades realizadas son la apicultura (se encontró a 2 familias que la realizan) y el comercio (existen 7 pequeñas tiendas en la comunidad). Muy pocos tienen ingresos procedentes del programa PINFOR<sup>34</sup>, según la consulta realizada a un técnico trabajador del PNLL. Con respecto a la actividad ganadera, existen algunos potreros con crianza de ganado bovino, aunque no se pudo averiguar si pertenecen a miembros de la comunidad; por otra parte, la mayoría de las familias cría animales de traspatio en sus lotes (gallinas, pavos, patos, cerdos), bien para consumo propio, bien para venderlos.

### **4.3. Situación del acceso al APS en la comunidad**

#### **4.3.1. Disponibilidad de agua: fuentes disponibles y cantidad de agua en la comunidad**

Las fuentes de agua disponibles en el territorio de la comunidad, en base a lo que contaron sus habitantes y según las observaciones que pudieron realizarse en las visitas, son las siguientes: agua subterránea, corrientes de agua superficiales y agua de lluvia.

#### **Agua subterránea**

No se dispone de datos hidrogeológicos a nivel de la ERL, ni de medidas precisas del nivel freático y de su variación temporal en la comunidad. Se describe lo que se pudo observar durante las visitas a la comunidad y los datos obtenidos en la realización de las entrevistas.

La mayoría de las familias han intentando abrir pozos en los lotes, disponiendo de agua con pozos incluso inferiores a 1m de profundidad. Se identificaron 53 pozos abiertos, la mayoría con menos de 1m de diámetro, de los cuales 35 tienen una profundidad máxima de 3 m, 6 están entre los 3 y los 5



**Imagen 26. El maíz es el alimento básico de la población q'eqchi'.** Fuente: Esther MV.

<sup>34</sup> El PINFOR (Programa de Incentivos Forestales) es una herramienta de la Política Nacional Forestal de Guatemala, de largo plazo, iniciada en 1997 y que tiene vigencia hasta 2016.





Imagen 27. Pozo excavado y seco. Imagen tomada en febrero de 2014. Fuente Esther MV.



Imagen 28. Captación construida por la comunidad sobre un manantial. Fuente: Esther MV.

m y de 12 no se pudieron tomar medidas. Durante la época de lluvias los pozos se mantienen llenos, llegando a rebosar el agua, mientras que al acercarse la época seca el nivel del agua comienza a descender rápidamente, secándose por completo en al menos 40 de los pozos existentes. Se encontraron 6 casos en

los que los propietarios afirmaban que extraían agua durante todo el año del pozo. Tales casos corresponden a pozos de entre 3 y 5 m de profundidad y a 2 pozos para los que no se dispone de ese dato.

Siguiendo con las fuentes de agua subterránea, existen nacimientos de agua en puntos donde el terreno corta el nivel freático. Los miembros de la comunidad no dijeron que existiesen nacimientos en el territorio de la comunidad en el que se

encuentran las parcelas más alejadas del centro poblado, lo cual no pudo ser comprobado durante la estancia en terreno. En algunos lotes se encontraron nacimientos de agua no surgentes.

Tabla 14. Características de los pozos identificados en la comunidad Las Promesas – Nueve Cerros. Fuente: elaboración propia.

Profundidad aproximada	Nivel de agua	Nº de pozos
Inferior a 1m y hasta 2m	Desde pozos casi secos o sin agua (visitados ya entrada la época seca) hasta pozos con 1m de agua.	21
Más de 2m y hasta 3m	Desde pozos casi secos o sin agua (visitados más tarde) hasta pozos con 3m de agua (10 pozos).	14
Más de 3m y hasta 5m	Desde unos pocos centímetros (1 pozo) hasta 5m de agua.	6
Sin datos	Sin datos (7 pozos) o a nivel de la superficie (5 pozos).	12
<b>Total pozos identificados</b>		<b>53</b>



**Imagen 31. Nacimiento de agua no surgente.**  
Imagen tomada en marzo de 2014. Fuente: Esther MV.



**Imagen 29. Punto más alto del arroyo Elisa al que se pudo acceder en la salida para tomar coordenadas de su recorrido.** Fuente: Esther MV.



**Imagen 30. Arroyo Elisa.** Fuente: Esther MV.

Existe también un nacimiento de agua de tipo surgente (manantial), que según los miembros de la comunidad brotaba (“burbujeaba”) de la tierra antes de construirse una captación sobre el mismo. En esta captación el nivel del agua varía de tal forma a lo largo del año que llega a estar prácticamente vacía durante la época seca y permaneciendo llena o a la mitad de su capacidad durante la época de lluvias. Para esta captación se obtuvo un valor de caudal medio de 11,92 m<sup>3</sup>/d (medidas tomadas en marzo de 2014).

### *Corrientes superficiales*

En el área están presentes numerosas corrientes superficiales. Por un parte, se trata de pequeñas quebradas y arroyuelos de carácter intermitente que se encuentran en todo el territorio de la comunidad, aunque sólo se pudieron observar los que atraviesan el centro poblado, estando los cauces secos en la mayoría de los casos en la época en la que se realizaron las visitas. Las dos corrientes de tipo continuo existentes son el río Promesas y el arroyo Elisa.

Según las explicaciones dadas por miembros de la comunidad, el río Promesas<sup>35</sup> nace en la vecina comunidad de San Marcos, pasa por

Santa Cruz - El Nacimiento y entra en la comunidad objeto de estudio por el sureste, atravesándola por su límite oeste para continuar en esa dirección por la

<sup>35</sup> Este río no aparece, al menos en su totalidad, ni en los mapas ni en las capas de red hídrica de la zona de los que se dispone. Por otra parte, algunas personas de El Triunfo - Nueve Cerros dijeron que el río Promesas pasa por su comunidad. El recorrido de esta corriente a su paso por Las Promesas - Nueve Cerros se digitalizó de forma aproximada, a partir de una imagen de satélite, para la elaboración del mapa de la comunidad.



comunidad Unión Buena Vista hasta desembocar en el río Chixoy. Dentro de la comunidad, este río recibe agua de algunas quebradas y pequeños arroyos, siendo su principal afluente el arroyo Elisa. Éste nace en una parcela ubicada al norte de la zona poblada, recibiendo aportes de agua de pequeñas quebradas y arroyuelos, fluyendo hacia el sur hasta desembocar en el río Promesas en su margen derecha.



**Imagen 32. Varios arroyuelos y quebradas atraviesan la comunidad llevando muy poca agua durante la época seca. Fuente: Esther MV.**

En cuanto a los caudales de ambas corrientes, la gente de la comunidad asegura que durante la época seca en el cauce del Promesas baja tanto el nivel del agua que el río llega a quedarse empozado, mientras que el arroyo Elisa, de menor longitud y aunque también experimenta un importante descenso en el caudal, permanece con agua durante todo el año. Esto no se pudo estudiar durante la estancia en terreno, puesto que las visitas de campo sólo pudieron realizarse al principio de la época seca.

Tal y como se explicó en el apartado en el que se describe la metodología, sólo se tomaron medidas del caudal en el arroyo Elisa. El caudal medido en el arroyo (marzo de 2014) es de 327,55 m<sup>3</sup>/d.

#### **Agua de lluvia**

La precipitación media anual en la zona donde está ubicada la comunidad es, como ya se mencionó, de 3.600 mm al año. El número medio de días de lluvia anuales es de 150.

#### **4.3.2. Disponibilidad de agua: calidad del agua en las fuentes de la comunidad**

Los análisis de calidad del agua que se pudieron llevar a cabo fueron bacteriológicos y físico-químicos, si bien no pudieron ser analizados todos los parámetros deseables. Cabe señalar que existen actividades que podrían constituir fuentes de contaminación del agua tales como la agricultura, la ganadería y las plantaciones de palma africana.



**Imagen 33. Vial con muestra y reactivo para determinación de fosfatos. Fuente: Esther MV.**



**Imagen 34. Placas de Petri con muestras de agua de distintas fuentes de la comunidad, tras ser sacadas de la incubadora. Fuente: Esther MV.**

Por la posible trascendencia para los análisis y para ayudar en la toma de decisiones en situaciones similares futuras, se ha considerado pertinente describir, de forma resumida, las circunstancias en que los mismos se realizaron, especialmente en el caso del análisis bacteriológico. Esto se puede consultar en los Anexos II.b y II.c.

Los resultados de los dos tipos de análisis se muestran en las Tablas 15 y 16. Los valores de los parámetros resultantes del análisis físico-químico se encuentran

dentro de los límites permisibles. En cambio, ninguna de las muestras es apta para el consumo humano desde el punto de vista bacteriológico<sup>36</sup>.

**Tabla 15. Resultados de análisis bacteriológico de aguas en fuentes naturales de la comunidad Las Promesas – Nueve Cerros. Fuente: elaboración propia a partir de USA COBÁN/MSPAS (2014).**

Nº de muestra	Fuente	Ubicación	Parámetros		Aceptación de las muestras según norma COGUANOR NGO 29001
			Coliformes totales (nº colonias/100 mL de agua)	Coliformes fecales (nº colonias/100 mL de agua)	
1	Arroyo Elisa	Curso medio. Propiedad comunal. Bosque natural.	2	144	Muestra no aceptable
2	Arroyo Elisa	Curso medio. Azud.	12	144	Muestra no aceptable
3	Río Promesas	Curso medio. Puente.	Incontables	1	Muestra no aceptable
4	Pozo particular nº 17	Lote de Rita Maquin.	Incontables	0	Muestra no aceptable
5	Pozo particular nº 9	Pozo nº 3 del lote de Juana Laj.	14	42	Muestra no aceptable
6	Captación comunal	Chorro nº 3.	17	20	Muestra no aceptable

<sup>36</sup> Aceptación de las muestras según norma COGUANOR NTG 29001.

**Tabla 16. Resultados de análisis físico - químico de muestras de agua de Las Promesas - Nueve Cerros. Fuente: elaboración a partir de datos propios y de USAC (2014).**

Fuente	Arroyo Elisa	Arroyo Elisa	Río Promesas	Río Promesas	Pozo particular n° 17	Pozo particular n° 8	Capt. Com.	
N° de muestra	1	2	3	4	5	6	7	
Referencia	Curso medio. Propiedad comunal.	Curso bajo. Azud.	Curso medio (puente)	Curso medio (lavadero)	Lote de Rita Maquin.	Pozo 2 del lote de Juana Laj.	Chorro 3.	
PARÁMETROS	pH	7,8	6,0	6,8	6,8	5,8	7,5	5,6
	CE (μS/cm)	456	340	135,1	148	39,3	378	28,3
	Ca (meq/L)	2,09	2,17	0,95	0,95	0,25	2,58	0,15
	Mg (meq/L)	1,11	1,13	0,27	0,33	0,06	0,11	0,88
	Na (meq/L)	1,30	0,08	0,12	0,17	0,08	0,07	0,07
	K (meq/L)	0,06	0,02	0,03	0,04	0,003	0,02	0,003
	Cu (ppm)	0	0	0	0	0	0	0
	Zn (ppm)	0	0	0	0	0	0	0
	Fe (ppm)	0	0	0,4	0,1	0	0	0
	Mn (ppm)	0	0,1	0	0,1	0,1	0	0,1
	NO <sup>3-</sup> (mg/L)	0,9	1,7	0,1	0	0	2	1,4
	PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup> (mg/L)	Los valores para este parámetro se han desestimado por falta de seguridad de que los reactivos estuvieran en buen estado. Los cambios de color y los valores arrojados por el aparato para una misma muestra analizada varias veces seguidas resultan muy distintos unos de otros.						

#### 4.3.3. Accesibilidad al agua

Se dispone de datos sobre la forma en que los habitantes acceden al agua para 69 viviendas de las 89 visitadas. En base a los datos obtenidos en las entrevistas y en base a las observaciones realizadas, se describe la accesibilidad al agua en la comunidad, considerando los distintos usos del agua y las formas en que el agua se capta de las distintas fuentes.

##### *Formas de acceso al agua en la comunidad, según usos*

Actualmente, según los distintos usos que hace de ella, la población accede al agua de las siguientes formas:

##### a) AGUA PARA CONSUMO HUMANO

El agua utilizada para beber y cocinar (incluyendo la cocción y el lavado del maíz), se acarrea desde la captación comunal o desde el arroyo Elisa, según la distancia a la que se encuentre la vivienda. Durante las entrevistas unas pocas personas afirmaron beber y utilizar para el lavado del maíz el agua de los pozos excavados en los lotes y muy pocas reconocieron que llegan a beber el agua del

río Promesas. También es habitual beber el agua de lluvia, de la cual dicen que prefieren su sabor al del agua del resto de fuentes disponibles.

**Tabla 17. Formas de acceso al agua para consumo humano en Las Promesas – Nueve Cerros (número de familias, por sector\*, que acceden al agua de las fuentes indicadas, para destinarla al consumo humano). Fuente: elaboración propia.**

Sector	Fuentes				
	Pozo particular	Arroyo Elisa	Río Promesas	Captación comunal	Agua de lluvia
I	7	2	2	21	17
II	10	7	0	9	12
III	1	15	2	12	18
<b>TOTAL</b>	<b>18</b>	<b>24</b>	<b>4</b>	<b>42</b>	<b>47</b>

\*Acceso de forma no exclusiva: cada familia accede al agua destinada para el consumo humano mediante una o más fuentes.

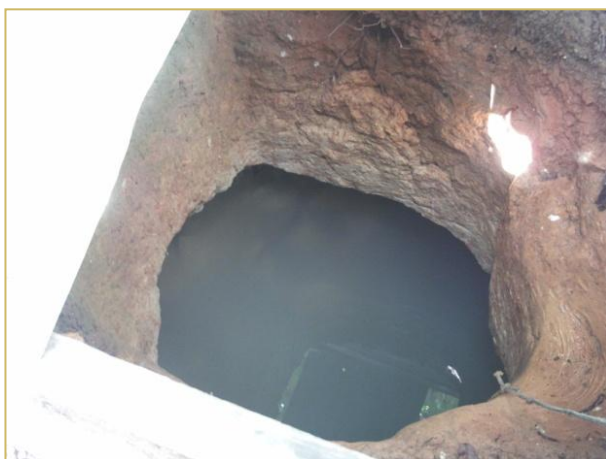
## b) AGUA PARA ASEO PERSONAL



**Imagen 35. Lavadero en el río Promesas. Fuente: Esther MV.**

La mayoría de la población se baña en el arroyo Elisa o en el río Promesas, según la distancia a la que se encuentre la vivienda de los puntos donde se realiza esta actividad. Algunas familias se bañan en los lotes, cuando existe en los pozos agua suficiente para hacerlo.

## c) AGUA PARA LAVADO DE TRASTES Y ROPA



**Imagen 36. Uno de los pozos más profundos abiertos en la comunidad, hace más de 10 años, que es utilizado por varias familias y no se queda nunca sin agua, según sus usuarios. Fuente: Esther MV.**

Se utiliza de forma mayoritaria el arroyo Elisa o el río Promesas, según la distancia a la que se encuentre la vivienda. El lavado de trastes también se realiza en los lotes, bien con el agua extraída de los pozos (utilizada sobre todo para este uso), bien con el agua que acarrear desde el río o el arroyo, en lugar de llevar los trastes hasta allí. Ocasionalmente, si se dispone de suficiente agua en los pozos



familiares, también la ropa se lava en los lotes. Asimismo, se utiliza el agua de lluvia para estas actividades.

El lavado de trastes y de ropa se realiza en lavaderos contruidos con un tablón sostenido por dos postes. En los lotes, los lavaderos se encuentran tanto alejados de los pozos como contruidos junto a éstos, existiendo muchas veces dos o hasta tres lavaderos en un mismo lote.



Imagen 37. Lavadero en un lote, junto al pozo. Fuente: Esther MV.

#### d) AGUA PARA OTROS USOS

Existen algunos usos del agua minoritarios en la comunidad: regar plantas decorativas en los patios, abrevar los animales y limpiar los suelos de las casas en las que este elemento está fabricado con concreto. Cuando estos usos tienen lugar, se llevan a cabo con agua extraída de pozos.

#### *Formas de acceso al agua en la comunidad, según método de captación*

En función de los métodos para captar el agua utilizada, se distinguen las siguientes formas de acceso al agua en la comunidad estudiada:

#### a) ACCESO MEDIANTE POZOS

Los pozos son contruidos excavando con palas y sacando el material con cubetas. Los diámetros suelen estar entre 0,5 y 1 m, aunque algunos de los identificados tienen un diámetro mayor. Normalmente, se excava al menos 2m y se llega a una profundidad máxima de 5m.



Imagen 38. A la derecha, uno de los dos únicos pozos con dos anillos de cemento que hay en la comunidad. Está abierto junto al arroyo que atraviesa la zona comunal. Durante las avenidas se colmata de la tierra arrastrada por el agua. A la izquierda, otro de esos pozos, éste con un anillo más sobre la superficie. Fuente: Esther MV.



Imagen 40. En la mayoría de los casos el acceso al pozo se protege sólo con unos tablones. En otros se trata de evitar accidentes disponiendo estructuras como las que se ven en la imagen. Fuente: Esther MV.

A menudo, al no encontrar agua en los 2 ó 3 primeros metros, los miembros de la comunidad dicen que no siguen excavando porque “es muy cansado”, porque creen que no van a hallar agua y porque tienen miedo de sufrir un accidente si el material del

fondo o de las paredes cede. Si se encuentra agua, en la superficie se disponen unas tablas de madera alrededor de la boca del pozo. Cuando

éste no se está utilizando, se suele tapar con tablas o con una lámina. El agua se saca de los pozos “a cubetadas”, es decir, mediante cubos atados a una soga.



Imagen 39. La señora de este lote echa el agua en la botella dispuesta a modo de embudo de la imagen de la izquierda, llegando el agua a través del tubo hasta el lavadero, evitando así tener que ir y venir acarreado el agua. Fuente: Esther MV.

## b) ACCESO MEDIANTE CAPTACIÓN COMUNAL EN NACIMIENTO

Sobre el manantial descrito anteriormente, ubicado en un terreno propiedad de la comunidad, se fabricó una captación. Esta construcción consiste en un tanque cúbico, constituido por bloques de cemento. La superficie se impermeabilizó con cemento, dejando un orificio por donde brota el agua. El tanque se encuentra cubierto por un tejadillo de lámina metálica que se levanta fácilmente.

A unos pocos centímetros del suelo, dos de las paredes del tanque se encuentran perforadas, habiendo en total seis orificios por los que se deja salir el agua, algunos de ellos con un grifo que no funciona correctamente y otros





**Imagen 41. Detalle de los orificios en la pared de la captación comunal, tapados con diversos elementos cuando no se usan, en los que se toma el agua. Fuente: Esther MV.**

tapados con un simple palo. Las fugas se intentan evitar disponiendo otros elementos como bolsas o trapos.

#### c) ACCESO MEDIANTE CORRIENTES SUPERFICIALES

El agua en el arroyo es tomada en un punto en el que han dispuesto un pequeño azud (descrito en el apartado sobre la medida del caudal) y usada en un lavadero ubicado en un punto en la

orilla. La comunidad compró una superficie que contiene un tramo del arroyo en el curso medio del arroyo, con la idea de construir ahí una captación de agua.

En Las Promesas - Nueve Cerros, el río Promesas es utilizado esencialmente para bañarse y para lavar trastes y ropa en varios puntos, disponiendo en la orilla, dentro del cauce, unos lavaderos similares a los que existen en los lotes.

#### d) ACCESO MEDIANTE CAPTACIÓN DE AGUA DE LLUVIA

La recogida de agua de lluvia se suele hacer en bidones de unos 100 litros de capacidad (uno o dos bidones en cada lote), aunque también se hace en otros recipientes más pequeños, como baldes metálicos o de plástico, conduciendo el agua desde el techo mediante canalones, contruidos éstos fundamentalmente con lámina metálica.



**Imagen 42. Toma de muestras de agua para análisis bacteriológico en el azud dispuesto sobre el arroyo Elisa. Fuente: Esther MV.**

La población que accede al agua de lluvia es la que dispone de lámina metálica en el techo de su vivienda, o al menos en una parte. Esto supone cerca del 50% de la población. Hay una familia que no dispone de techo de lámina, pero que recoge algo de agua disponiendo un plástico ("un nailon") desde el tronco de una palmera hasta el bidón (Imagen 43).





Imagen 43. Distintas formas de recogida de agua de lluvia. Fuente: Esther MV.

### *Otros aspectos relacionados con el acceso al agua en la comunidad*

#### a) TIEMPOS Y VÍAS DE ACCESO HASTA LAS FUENTES

El tiempo mínimo requerido tanto en época de lluvias como en la época seca para llegar hasta la captación comunal es de 5 minutos para la casa más cercana y de al menos 30 minutos para la casa más alejada. En cuanto al arroyo y el río, algunas casas están cerca del lugar donde se recoge el agua, donde se bañan y donde se encuentran los lavaderos, empleando apenas 2 minutos en llegar, mientras que desde las viviendas más alejadas se necesita caminar hasta 30 minutos. Considerando la definición de acceso al agua de la OMS (2003, cit. por Pérez-Foguet *et al.* en VVAA, 2011, p. 11), la población de la comunidad que



Imagen 44. Camino que cruza el río Promesas y, más tarde, al río Elisa, justo en el lugar donde se ha colocado el azud y donde se lava y se realiza el baño. En esta zona las viviendas son escasas. Fuente: Esther MV.

habita en viviendas situadas a 15 minutos o más de la captación o de las corrientes superficiales y que no dispone de pozos o de agua en ellos durante la época seca, carece actualmente de agua accesible.

El acceso a la captación comunal, el río y el arroyo, es por veredas, a lo largo de terrenos suavemente inclinados en general, y con pendientes algo más pronunciadas en el caso del

camino hasta el río y el arroyo.



Imagen 45. Niños yendo hacia el arroyo Elisa para recoger agua que después llevarán a sus hogares.  
Fuente: Esther MV.

#### b) ASPECTOS DE GÉNERO Y DE EDAD

Las mujeres, incluso las más ancianas, son las principales encargadas de acarrear el agua hasta la casa y de lavar los trastes y la ropa. Son ayudadas tanto por niños como por niñas en el acarreo y por las niñas en el lavado de trastes y ropa.

Los varones son quienes normalmente se encargan de excavar los pozos, aunque también algunas mujeres lo hacen.

#### *Resumen de la accesibilidad al agua en la comunidad*

Un resumen de los resultados sobre el acceso al agua en la comunidad se presenta en la Tabla 18.

**Tabla 18. Formas de acceso al agua (número de familias, por sector, que acceden\* al agua de las fuentes indicadas, para todos los usos: consumo humano, higiene personal, lavado de trastes, colada). Fuente: elaboración propia.**

Sector	Fuentes				
	Pozo particular	Arroyo Elisa	Río Promesas	Captación comunal	Agua de lluvia
<b>I</b>	17	2	20	21	17
<b>II</b>	13	10	8	9	12
<b>III</b>	8	15	13	12	18
<b>Total</b>	38	27	41	42	47

\*Acceso de forma no exclusiva: cada familia accede al agua de una o más fuentes para satisfacer sus necesidades.

En la comunidad estudiada existen diversas fuentes de agua, a las cuales la población accede según los siguientes factores:

**a) EL USO AL QUE SE DESTINE EL AGUA**

El río Promesas es la fuente más rechazada para agua destinada a beber o cocinar, seguido por los pozos y el arroyo Elisa. El agua de lluvia y la captación comunal son las fuentes mejor aceptadas por la población. La higiene personal y el lavado de trastes se realiza mayoritariamente en el río Promesas, seguido por el arroyo Elisa.

**b) LA DISTANCIA ENTRE LA VIVIENDA Y LA FUENTE**

Esto es para el caso de la captación comunal y las corrientes superficiales. En general, la población del sector I se encuentra más próxima a la captación comunal que la de los sectores II y III y la población del sector II y del sector III opta de forma mayoritaria por el arroyo Elisa. Existen familias en parte del sector III cuya vivienda está cerca de la captación comunal y sí la utilizan.

**c) LA DISPONIBILIDAD DE LÁMINA METÁLICA EN LA VIVIENDA**

El hecho de disponer de lámina metálica en el techo facilita la recogida de agua de lluvia. La población que habita en viviendas con techo de este material es aproximadamente el 50% de la que conforma la comunidad.

**d) EL NIVEL FREÁTICO**

La dificultad que supone excavar de pozos más profundos que 2 ó 3 m hace que menos de la mitad de las familias disponga de pozos en los lotes. Aun cuando se alcanzan los 4 ó 5 m, el descenso del nivel freático en la época seca hace que la práctica totalidad de los pozos identificados se sequen hasta que vuelven las lluvias.



#### 4.3.4. Estudio del consumo actual de agua en la comunidad

El estudio del consumo actual de agua que hace la población trata de servir para determinar si están cubiertas las necesidades mínimas de consumo y para tener una base que permita establecer la dotación mínima diaria que se debería considerar en el diseño de un sistema de abastecimiento de agua para la comunidad.

En el Anexo II.d se detalla de qué se ha partido y cómo se ha realizado el estudio. Se dispone de datos para 60 de las 89 viviendas visitadas sobre la cantidad de agua consumida actualmente por cada familia en un día, estimada por las personas entrevistadas. De las viviendas en las que se realizaron entrevistas, en 9 casos se recibió como respuesta que no se sabía estimar la cantidad. Con los datos obtenidos se realizaron los cálculos correspondientes para hallar el consumo mínimo medio diario de agua hecho por la población de la comunidad, dividiendo la cantidad mínima estimada de agua usada a diario en la vivienda entre el número de habitantes de la misma. Un resumen de los resultados se presenta en la Tabla 19.

Tabla 19. Consumo de agua realizado en la comunidad. Fuente: elaboración propia.				
Cantidad consumida estimada en las viviendas (L/p.d)	3,00 - 10,00	>10,00 - 20,00	>20,00 - 30,00	>30,00 - 40,00
Promedio (L/p.d)	6,92	15,95	24,73	37,33
Nº de viviendas	21	30	6	3

Analizando los resultados y las anotaciones tomadas durante las entrevistas con respecto a las estimaciones, se tiene que, en general, una familia de 6 a 8 miembros consume al menos el agua de 10 a 12 tinajas de 12 litros de capacidad, cada día. En concreto, se destaca que:

- En la mayoría de las viviendas (51) se consume al menos entre 3 y 20 litros por persona y día, incluyendo esta cantidad el agua usada para consumo humano. En al menos 30 de esos 51 casos se entendió que el agua también se usa para el lavado de trastes.

- Los valores de consumo diario por persona más frecuentes fueron 15 litros (en 5 viviendas) y 20,00 litros (6 viviendas). Valores próximos a estas cifras, entre 14,00 y 22,40 litros, se dan 15 veces.

- En 9 casos las estimaciones de los entrevistados resultaron en un valor de más de 20 litros por persona y día, con un máximo de 40 (en 1 vivienda, incluyendo el agua para consumo humano y para lavar los trastes). En tales casos se especificó que se incluía el lavado de trastes. Es posible que también se

utilice el agua indicada para el baño de bebés, la higiene básica de las manos e incluso, en algún caso, para el lavado de ropa.

El consumo humano mínimo<sup>37</sup> (5 L/p.d) está garantizado actualmente en la comunidad para toda la población, incluso durante la época seca, ya sea accediendo a una u otra fuente, o teniendo que ir más lejos. El baño y la colada están asegurados también durante la época seca, aunque las personas que durante la época de lluvia hacen estas actividades en sus lotes con agua de los pozos o en el río Promesas tengan que ir hasta el arroyo Elisa porque esas fuentes se han secado.



Imagen 46. De izquierda a derecha y de arriba a abajo: fosa abierta para construcción de pozo ciego; excusado compartido por varias familias; excusado con asiento de cemento (el único así en la comunidad); excusado sin ningún tipo de estructura para sentarse. Fuente: Esther MV.



#### 4.3.5. El saneamiento en la comunidad

La descripción del saneamiento en la comunidad distingue la disposición de excretas, el manejo de aguas grises, y el manejo de las basuras.

##### *Disposición de excretas*

El sistema de disposición de excretas está constituido exclusivamente por pozos ciegos (llamados “excusados” por la población). En general existe uno en cada lote, utilizado por todos sus habitantes, pertenezcan a una misma familia o a más. Se encontraron algunos casos de varias familias que, viviendo en lotes distintos, comparten un mismo excusado.

---

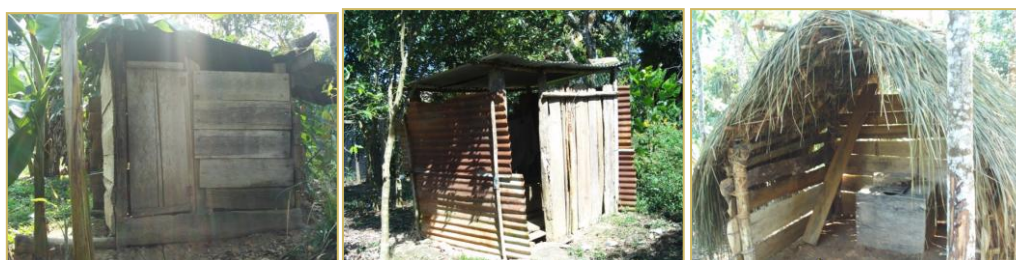
<sup>37</sup> Según la OMS (2003, cit. por Pérez – Foguet *et al.* en VVAA, 2011, p.11), se considera “sin acceso” al nivel de servicio en el que la cantidad recogida a menudo es inferior a 5 L/p.d.



**Imagen 47. Excusados con asiento de madera. El orificio practicado en el asiento puede encontrarse tanto tapado como destapado. Fuente: Esther MV.**

Los pozos ciegos utilizados por la comunidad consisten en un hoyo excavado en el suelo, en general de planta rectangular (1 m de largo por 0,5 m de ancho), con una profundidad de unos 2 m. Sobre el agujero se dispone una plataforma de madera, dejando en ella un agujero de 20 a 30 cm de diámetro, y colocando sobre la misma un asiento que en general es también de madera, aunque se encontraron algunos contruidos con cemento y uno fabricado a partir de un tocón de árbol. El lugar se rodea por un habitáculo que en la mayor parte de los casos está formado por paredes de madera o de lámina y de techos de manaco o de lámina, con cortinas o puertas. Otra parte se construye con una simple estructura de palos y costales.

La mayoría están contruidos a más de 5 metros de las viviendas y alejados de los lugares donde se lavan los trastes, donde se encuentran los recipientes del agua para uso familiar, y de los pozos. En general se encuentran



**Imagen 48. La disponibilidad de materiales condiciona el tipo de superestructura de los pozos ciegos. Fuente: Esther MV.**





en buen estado, bien cubiertos e incluso con drenajes alrededor del habitáculo. En varios se nota peor olor y hay moscas y basura en el interior. La vida útil de los excusados es de unos 2 años. Al colmatarse son tapados, o bien lo abandonan sin taparlo, y construyen otro nuevo.

### *Manejo de aguas residuales*



**Imagen 49.** Punto en el que se han abierto dos pozos, utilizados por varias familias. El que se ve al fondo se usa para consumo humano y el que está en primer plano se utiliza para lavar ropa y trastes en el lavadero situado al lado. Fuente: Esther MV.



**Imagen 50.** Zanja en un lote, construida para evacuar las aguas grises generadas en el lavadero. Fuente: Esther MV.

Las aguas residuales generadas en la comunidad son aguas grises procedentes de los lavaderos donde se lavan los trastes de la cocina y la ropa. Esas aguas no son tratadas en ningún caso, ya sean generadas en los lavaderos situados en el río y el arroyo o en los de los lotes. En éstos, esas aguas jabonosas se encuentran de forma habitual corriendo superficialmente y formando encharcamientos.

En general se encuentran drenajes constituidos por pequeñas zanjas de unos pocos metros de largo que permiten que el agua corra hacia los bordes del lote, zonas de éste poco utilizadas, o la calle.

### *Manejo de desechos sólidos*

Cada familia amontona y quema la basura inorgánica dentro de su lote, generalmente al lado del excusado. También es tirada y no quemada después, siendo encontrada tanto en los lotes como en la calle, junto a las tiendas, en las zonas comunales, en las quebradas, los arroyos, el río, e incluso dentro de la captación comunal. Esta basura se compone sobre todo de plásticos (bolsas de aperitivo, botellas de refrescos, envases de alimentos como arroz, pasta y azúcar, envoltorios de jabones). Apenas se encuentran recipientes de vidrio. Las latas de aluminio son recogidas y vendidas<sup>38</sup>. Los restos orgánicos son tirados o dados como alimento a los animales.

<sup>38</sup> Es habitual escuchar la expresión “las latas no son basura”.



**Imagen 51.** La basura se tira en cualquier parte, encontrándose también alrededor de los pozos e incluso dentro de ellos. Fuente: Esther MV.



**Imagen 52.** Basura acumulada en un lote, junto a un excusado. Fuente: Esther MV.

#### **4.3.6. Antecedentes de intervenciones en el sector del agua y el saneamiento en la comunidad**

En una visita a Las Promesas – Nuevo Cerros, realizada en el seno del trabajo en un SIG sobre los recursos hídricos de la ERL, un miembro de la comunidad contó que, ante el hecho de que la captación comunal no podía abastecer de agua a toda la comunidad, especialmente durante la época seca, se llevaba tiempo pidiendo ayuda a la Municipalidad. Asimismo, mientras se esperaba respuesta de dicha institución, se decidió buscar otra fuente de agua. De este modo, la comunidad compró un trozo de una parcela atravesada por el arroyo Elisa.

Una vez que personal de la Municipalidad visitó la propiedad comprada, se dijo a los vecinos que se construiría una presa en ese tramo, conduciendo el agua acumulada hasta un

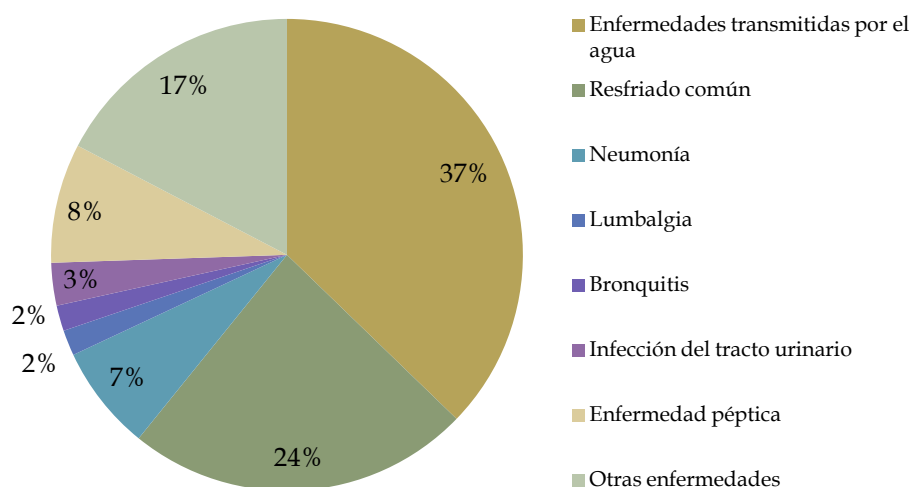
primer depósito, a partir del cual se bombearía hasta la zona de viviendas. Se dijo a los miembros de la comunidad que comenzasen a excavar una zanja transversal al cauce, donde iría colocado el muro de la presa, y les dejaron algunos materiales (lámina, grifos). Varios hombres estuvieron cavando dicha zanja durante todo un día. A partir de entonces, ningún responsable de la Municipalidad volvió a la comunidad.

Tras volver a solicitar ayuda, desde la Municipalidad se ha prometido a la comunidad enviar tinacos para almacenar agua de lluvia, los cuales aún no han sido recibidos.

#### **4.3.7. Agua, saneamiento, salud e higiene en la comunidad**

Este aspecto se describe tanto en base a información oficial que pudo ser obtenida como en base a las observaciones y las entrevistas realizadas en la comunidad.

**Gráfico 3. Diagnósticos en Centro de Convergencia de Las Promesas - Nueve Cerros (enero a octubre de 2013).**  
Fuente: elaboración propia a partir de datos de SIGSA/MSPAS (2014b).



En primer lugar, en el documento *Integración de consultas a centros de convergencia* (SIGSA/MSPAS, 2014b) para el CC de Las Promesas - Nueve Cerros se encuentra que en 193 de un total de 513 consultas realizadas entre enero y octubre de 2013 se diagnosticaron enfermedades propagadas por el agua o asociadas a su escasez o a la higiene con agua contaminada (amebiasis, conjuntivitis, diarrea, EDA, escabiosis, impétigo, micosis, parasitismo intestinal).

Del documento *Registro semanal de vigilancia epidemiológica* del Área de Salud de A. V. (SIGSA/MSPAS, 2014) para la región Santa Lucía Lachúa se extrajeron los datos correspondientes a la comunidad Las Promesas - Nueve Cerros, los cuales son mostrados en la Tabla 20.

**Tabla 20. N° de diagnósticos de enfermedades transmitidas por el agua y/o los alimentos en población de Las Promesas - Nueve Cerros, por edad, registrados en el Área de Salud de A. V. Fuente: elaborado a partir de datos de SIGSA/MSPAS (2014).**

Año	Población infantil y joven (0 a 19 años)	Población adulta (20 años o más)	Total
2011	8	0	8
2012	12	0	12
2013	27	3	30
<b>Total en los tres años</b>	<b>47</b>	<b>3</b>	<b>50</b>
<b>Nota: todos los casos se corresponden con EDA.</b>			

Finalmente se expone información obtenida sobre cuestiones de la relación entre APSH mediante la realización de entrevistas y la observación directa en las viviendas, los lotes y la comunidad. En todas las entrevistas se



afirmó asistir al CC cuando hay alguna actividad sobre esa temática. Tanto los varones como las mujeres explicaron que normalmente sólo asisten las mujeres, ya que las actividades se realizan durante la mañana, en un horario en el que los varones suelen estar trabajando en las parcelas. Según los entrevistados, las actividades consisten en charlas acerca de prácticas básicas de higiene, recomendando lavarse las manos con agua y jabón antes de comer, así como mantener limpios a sus hijos y enseñarles a ellos a hacerlo. También dicen que se les habla sobre la importancia de que hiervan el agua antes de consumirla. Es importante señalar que muchas personas durante las entrevistas, conversaciones y reuniones decían que no sabían que algunas de las enfermedades que padecen pueden estar relacionadas con el agua que consumen o con la que se bañan. Comúnmente, la población compra medicinas en las tiendas cuando tiene fiebre o diarrea y no siempre acude al CC para consultar al personal sanitario.

Respecto a la desinfección del agua que se utiliza para beber o cocinar, lo más habitual es hervirla. Como se mencionó en el apartado 4.1.3, es frecuente ver cómo el agua no se hierve durante el tiempo suficiente para asegurar la muerte de posibles agentes patógenos. Unas pocas mujeres (9) contaron que en el CC les han hablado de desinfectar el agua poniéndola en recipientes al sol. De ellas, 5 sí ponen esto en práctica y 4 no lo hacen. Una de ellas dijo que sólo usa este

método y que a veces pone el agua al sol dentro de tinajas, en vez de dentro de botellas. Otra especificó que sí suele practicar este método y que cuando está nublado hierve el agua. Un apunte más es sobre la costumbre de agregar cloro en polvo en los pozos particulares (en general, la gente dice echar media, una o dos “bolsitas” al año) y dentro de la captación comunal (una o dos veces al año). Esta práctica también es realizada en general en los tanques donde se almacena el agua de lluvia.

Se dispone de datos sobre salud para 60 de las 89 viviendas visitadas. Se preguntaba a los entrevistados por las dolencias más habituales en su familia. La diarrea fue referida en 56 de los 60 casos. En general, tanto población infantil



**Imagen 53.** No es habitual que la población limpie la lámina que utilizan para recoger agua, aunque sí suelen disponer una servilleta en el depósito para filtrar impurezas. Fuente: Esther MV.

como joven y adulta sufren episodios de diarrea varias veces al año, aunque en las familias en las que hay niños pequeños son éstos quienes las sufren más a menudo. En 43 de las 60 familias se afirmó que uno o más miembros han padecido paludismo alguna vez. Sobre esta enfermedad es relativamente habitual escuchar que no se enferman “tanto” desde que vinieron “los de malaria”. Al menos en 17 familias ha habido algún caso de hepatitis entre sus miembros, aunque las personas entrevistadas no mencionaron o no supieron decir de qué tipo era. Por último, otras dolencias mencionadas en prácticamente todos los casos fueron: gripe, molestias y dolores en el estómago o la tripa y dolores de espalda.

Finalmente, en cuanto a los hábitos de higiene se identificaron algunas prácticas relevantes para el tema en cuestión:

- Normalmente se come con las manos, sin utilizar tenedores ni cucharas. En general, las personas en la comunidad se lavan las manos con agua antes de comer, pero no siempre utilizan jabón<sup>39</sup>.

- La limpieza anal es realizada con tres tipos de material: olotes<sup>40</sup>, que constituyen el material utilizado tradicionalmente, papel higiénico y papel de periódicos o de material de papelería como cuadernos y libretas.

- Es frecuente que los recipientes utilizados para acarrear y almacenar el agua se encuentren en el suelo y que estén sucios.

#### 4.3.8. Identificación de la problemática sobre el sector del APS en la comunidad

En base a los resultados expuestos, se han identificado las siguientes



Imagen 54. Las tinajas y otros recipientes usados para acarrear, almacenar y tomar agua a menudo se encuentran destapados y en el suelo. Las cuerdas con que se atan las cubetas para sacar agua de los pozos también transmiten agentes patógenos. Fuente: Esther MV.

relaciones causa-problema-efecto con respecto a la situación del acceso al APS, a nivel de la comunidad Las Promesas – Nueve Cerros:

a) La inadecuada disposición de excretas es el origen más probable de la contaminación bacteriológica de las fuentes de agua superficiales y subterráneas muestreadas en la comunidad.

b) Factores tales como el desconocimiento por parte de la población del origen de enfermedades como la malaria o las EDA y de formas de tratar el agua distintas al hervido, influyen en que no se realicen o que sean mal realizadas las prácticas básicas de higiene y la desinfección del agua para consumo humano.

c) La no realización o mala realización de prácticas básicas de higiene ni de desinfección del agua acarreada desde la captación comunal, el arroyo, el río, los pozos, o los depósitos en los que se almacena agua de lluvia, provocan que la población consuma agua no potable.

d) La población bebe y utiliza para cocinar habitualmente agua no apta para el consumo humano, teniendo esto efectos negativos en la salud que se hacen patentes al originarse enfermedades transmitidas por el agua. Esto es especialmente grave en el caso de la población infantil, en la que existe una mayor incidencia de enfermedades diarreicas.

e) La carencia de drenajes o la existencia de drenajes inadecuados hace que se presenten encharcamientos permanentes cerca de las viviendas, sobre todo junto a los lavaderos existentes en los lotes. Esto permite la proliferación de insectos y otros organismos que transmiten o provocan diversas enfermedades, repercutiendo esto negativamente en la salud de la población.

f) La falta de tratamiento de las aguas grises provoca la contaminación físico-química de las fuentes de agua, provocando esto efectos negativos en el medio ambiente. De este modo, se generan condiciones en el río Promesas que provocan, por una parte, su rechazo como fuente de agua para consumo humano y, por otra, problemas en las relaciones comunitarias, en general entre los vecinos que usan el río en tramos más bajos que otros y en concreto entre las señoras que utilizan los lavaderos ubicados en las orillas.

g) La falta de medios económicos y conocimientos y capacidades técnicas conlleva la carencia de tecnología adecuada para captar el agua más cerca de la zona poblada y/o distribuirla a puntos más cercanos a la vivienda. Esto conlleva que se emplee un tiempo para el acarreo de agua que no se puede utilizar para realizar otras actividades domésticas, educativas o culturales que permitan incrementar el nivel de desarrollo humano en la comunidad. Los obstáculos en el desarrollo tienen una mayor incidencia en el caso de los niños y



las mujeres, ya que son estos grupos de la población los que se encargan de acarrear el agua hasta los hogares.

h) La falta de medios económicos y conocimientos y capacidades técnicas conlleva, asimismo, la carencia de tecnología adecuada para captar y almacenar agua durante la época de lluvia, de manera que la población tiene dificultades para encontrar agua en cantidad suficiente para satisfacer sus necesidades durante la época seca.

i) La escasez de agua durante la época seca es afrontada por la población de Las Promesas - Nueve Cerros yendo más lejos a buscar el agua, empleando mucho tiempo en esta actividad, en detrimento de otras importantes para el desarrollo, como la participación en la vida comunitaria.

j) La falta del cumplimiento por parte de la Municipalidad de su obligación de proporcionar agua debidamente clorada a la población y las falsas promesas de políticos y técnicos municipales de dar solución a la problemática del agua en las comunidades de la ERL en general y en Las Promesas - Nueve cerros en particular, genera desconfianza en la población hacia dicha institución.

k) El conjunto de problemas percibidos y de necesidades sentidas por la población en lo referente a la cuestión del agua y el saneamiento genera el sentimiento de estar siendo discriminados, teniendo esto efectos en la propia autoestima de la comunidad en conjunto, cuyos miembros no ven probable recibir ayuda en un futuro próximo y están resignados a no superar nunca la situación en la que se encuentran.

#### **4.4. Propuesta de bases para una solución a la problemática identificada**

Con base en los resultados hallados, el conocimiento obtenido sobre el contexto local y sobre la comunidad, las opiniones y preferencias de sus miembros, la consulta de diversa documentación sobre el sector y la opinión de expertos consultados, se ha tratado de realizar una síntesis de los principales aspectos técnicos, organizativos y de viabilidad a tener en cuenta en el diseño de una solución para la problemática relacionada con el APS identificada en la comunidad.

Se proponen varias alternativas tecnológicas que se considera que pueden ser apropiadas tanto para el sistema de abastecimiento de agua, como para el sistema de saneamiento (tratamiento de aguas grises y disposición de excretas). Por otra parte, se hace referencia a una serie de aspectos que serían relevantes para el éxito de una intervención de cooperación al desarrollo que tuviese como objeto el sector del APSH en la comunidad, y que tienen que ver con la gestión de los sistemas de abastecimiento y saneamiento, así como con

las actuaciones dirigidas a la adquisición de hábitos adecuados de higiene y de concienciación ambiental.

También se exponen algunos aspectos sobre la viabilidad de las alternativas que deberían tenerse en cuenta para optar por una de ellas. Finalmente, se realiza una propuesta general de la solución que, *a priori*, se considera más adecuada para el contexto estudiado.

#### 4.4.1. Aspectos generales

La variedad de fuentes disponibles de agua hace que se abra todo un abanico de opciones tecnológicas para la solución al problema en lo referente al abastecimiento de agua. Al plantear las alternativas tecnológicas para el sistema de APS se han considerado especialmente los factores que condicionan la posibilidad de su realización, tales como la disponibilidad de recursos y la aceptación social.

Según esa condición de aceptación social se ha procurado que las alternativas puedan satisfacer a los habitantes de tal forma que todos puedan ser beneficiarios del sistema en caso de que éste llegara a construirse. En base a esto, se ha tratado de atender la demanda de la comunidad de acercar el agua al centro poblado, para lo cual los puntos de distribución se han localizado de manera que se minimice la generación de desigualdades entre la población. En cualquier caso, la participación de la comunidad en la fase de diseño del sistema sería esencial para decidir sobre estos aspectos.

Cabe destacar que a la hora de realizar este TFM no se dispone de toda la información necesaria para realizar un análisis detallado de las alternativas, su viabilidad y el pre-diseño de los sistemas de APS. Además, resultaría indispensable la participación de la comunidad en tales procesos para que una posible intervención de cooperación al desarrollo en el sector en cuestión resultase eficaz. Se considera necesario, al menos:

- El levantamiento topográfico del terreno de la comunidad, o al menos la toma fiable de cotas de altitud en los puntos clave para la posible construcción de una red de distribución.

- La determinación de datos geológicos, hidrológicos e hidrogeológicos, tales como la profundidad de la roca madre, el espesor y la composición del manto de alteración, la variación de caudales en las corrientes superficiales a lo largo de todo el año hidrológico y la variación del nivel freático y los caudales máximos extraíbles.

- La realización de un análisis completo de calidad del agua, incluyendo la turbidez y, si es posible, la determinación de la existencia de compuestos

procedentes de la actividad agropecuaria existente dentro y en el entorno de la comunidad, que pueda afectar a sus fuentes de agua.

- La recopilación de información sobre la disponibilidad y el precio de los materiales necesarios a nivel local.

- La recopilación de documentos como el plano de infraestructura para el servicio de electricidad y el plano del fraccionamiento en lotes y parcelas de la comunidad.

- El estudio de la disposición a pagar y de la capacidad de pago de la población.

Puesto que la problemática identificada tiene tres componentes interrelacionados (agua, saneamiento e higiene), la solución a la misma debe tener un carácter integral, lo cual constituye la tendencia actual al diseñar las intervenciones en el sector del APS en el ámbito de la cooperación al desarrollo humano. Así, una intervención de desarrollo en dicho sector a nivel de la comunidad debe considerar todos los siguientes aspectos generales:

- a) Diseño técnico de un sistema que abastezca a la población de agua potable de forma continua durante todo el año.

- b) Diseño técnico de un sistema de tratamiento de aguas grises y de disposición de excretas que permita mitigar o evitar la contaminación de las fuentes de agua.

- c) Acciones que repercutan en la toma por parte de la población de hábitos correctos de higiene básica de las manos y de los alimentos, así como en la realización adecuada de métodos de desinfección del agua.

- d) El planteamiento de una forma de organización comunitaria para la operación, el mantenimiento y la gestión del sistema.

- e) La provisión de capacitación y asistencia técnica continuada.

#### **4.4.2. Cálculo de la demanda hídrica**

La propuesta de las alternativas de sistemas de abastecimiento de agua debe partir de la demanda hídrica a futuro de la población de la comunidad. Para calcularla, se tiene en cuenta lo siguiente:

- a) El cálculo del número de habitantes se realiza mediante la fórmula:

$$N_n = N_0 \cdot (1 + \Delta N_1)^n \quad (\text{III})$$

Donde:  $N_n$  es el número de habitantes dentro de  $n$  años,  $N_0$  es el número de habitantes en el año de inicio del periodo de  $n$  años considerado, e  $\Delta N_1$  es la tasa de crecimiento natural anual de la población.

- b) La demanda hídrica de la población de la comunidad que deberá ser abastecida en un determinado año viene dada por la expresión:

$$DH_n = N_n \cdot D_n \quad (IV)$$

Donde:  $DH_n$  es la demanda hídrica en litros por día dentro de  $n$  años,  $N_n$  es el número de habitantes dentro de  $n$  años y  $D_n$  es la dotación de agua a la población en litros por habitante y por día dentro de  $n$  años.

- c) Considerando 2014 el año de diseño del sistema y un periodo de diseño de 20 años, se tiene entonces que  $n$  es igual a 20 y que el año horizonte del proyecto es 2034.
- d) Según los datos demográficos aportados anteriormente, la población al inicio del periodo considerado ( $N_0$ ) es de:

$$N_0 = 643$$

- e) La tasa de crecimiento natural anual de la población es de un 4,4%, como se expuso en el apartado sobre la demografía de la comunidad.
- f) La dotación mínima de agua en el año horizonte del proyecto se establece en 20 litros por habitante y por día. Este valor se ha determinado teniendo en cuenta el análisis de los datos referentes al consumo de agua de la población comentados anteriormente y lo considerado como acceso básico por la OMS<sup>41</sup>.

Considerando todo ello se tiene, sustituyendo en (III):

$$N_{20} = 643 \cdot (1+0,044)^{20}$$

$$N_{20} = 1.521 \text{ habitantes en el año 2034}$$

Finalmente, sustituyendo en (IV):

$$DH_{20} = 1.521 \text{ hab} \cdot 20 \text{ L/hab}$$

$$DH_{20} = 30.420 \text{ L/d}$$

---

<sup>41</sup> Según la OMS (2003, cit. por Pérez - Foguet *et al.* en VVAA, 2011, p. 11), cuando el acceso al agua es básico, la cantidad media recogida no suele exceder los 20 L/p.d.

Así, para el año horizonte del proyecto (2034), la demanda hídrica de toda la población de la comunidad será de 30.420 L/d, es decir, 30,42 m<sup>3</sup>/d.

#### **4.4.3. Tipos propuestos de sistemas de abastecimiento de agua potable**

A continuación se describen de forma general las alternativas de abastecimiento de agua propuestas.

##### **Alternativa A1**

Esta alternativa se basa en el abastecimiento de agua a la población eligiendo como fuente el arroyo Elisa. Como se expuso anteriormente, el caudal de esta fuente, medido al inicio de la época seca, es de 327,55 m<sup>3</sup>/d, valor que supera ampliamente la demanda hídrica de la comunidad, tanto en el momento actual (12,86 m<sup>3</sup>/d) como en el año horizonte del proyecto (30,42 m<sup>3</sup>/d). Se han considerado tres variantes, en función del punto del arroyo en el que se hiciese la captación:

- La variante A1.1 contempla la captación del agua en el nacimiento del arroyo (altitud estimada de 195 msnm). En este caso se podría plantear el abastecimiento mediante un sistema por gravedad, ya que la altitud del nacimiento es mayor que la de los puntos de distribución del agua.

- La variante A1.2 considera la captación del agua en el curso medio del arroyo, dentro de un pequeño terreno de propiedad de la comunidad (190 msnm). En este caso sería necesario utilizar un sistema de bombeo para impulsar el agua hasta el tanque de almacenamiento.

- En el caso de la variante A1.3, la captación se realizaría en la zona donde se encuentra el azud (189 msnm) mediante el que parte de la población se abastece actualmente, desde donde el agua se bombearía hacia el tanque de almacenamiento.

A pesar de que no se dispone de datos de turbidez que permitan decidir sobre los procesos de pretratamiento y tratamiento, al tratarse de una corriente superficial el diseño del sistema debe contemplar un sedimentador, un filtro lento y un sistema de desinfección por cloración.

Para cualquiera de las tres variantes se construirían al menos cuatro puntos comunales de agua, situados entre los 180 y los 188 msnm. La propuesta que aquí se hace es que se sitúe uno en el centro urbano (en la propiedad comunal), del que se abastecería parte de la población y también el CC, dos hacia el noreste y el sur del centro urbano y uno para la escuela.



### **Alternativa A2**

Esta alternativa consiste en el abastecimiento de agua a la población mediante la construcción de pozos mejorados comunales. Se han considerado tres variantes:

- La variante A2.1 consiste en la construcción de un pozo mejorado en el centro urbano (propiedad comunal). El agua se extraería de forma manual, mediante una bomba que podría ser de tipo mecate o de tipo maya, y se optaría por el tratamiento en los puntos de consumo mediante el método SODES o mediante filtros lentos de arena, pudiendo complementarse con la desinfección mediante cloración.

- La variante A2.2 parte de la anterior y tiene en cuenta, por una parte, que la distribución de los puntos de agua comunales permita un acceso más equitativo para todos los habitantes, sin que la distancia desde las viviendas suponga una gran desventaja. También se ha considerado la recomendación de la OMS de que el máximo de usuarios por bomba manual sea de 250 (Salvador Villà, Coord., 2005, p. 73). En el futuro, al aumentar el número de habitantes y al aumentarse los límites de la zona poblada, se podrían construir nuevos pozos, eligiendo su ubicación según la zona hacia la que el centro poblado haya crecido. De igual forma a la variante A2.1, el tratamiento del agua se haría en los puntos de consumo mediante el método SODES o mediante el uso de filtros lentos de arena familiares, y pudiendo complementar con la desinfección mediante cloración. Los tres pozos mejorados se construirían en: la propiedad comunal n° 1, hacia el noreste del centro poblado y hacia el sur del mismo.

- La variante A2.3 contempla la construcción de un pozo mejorado que se construiría en un terreno situado aguas arriba de la comunidad (192 msnm). Esta ubicación busca alejar el pozo de las fuentes de contaminación existentes en el centro poblado. Se extraería el agua mediante una bomba, conduciéndola a un tanque de almacenamiento y, posteriormente, a los puntos de distribución (situados entre los 180 y los 188 msnm), que serían al menos tres: uno en el centro urbano (propiedad comunal), otro hacia el noreste del centro poblado y un tercero situado hacia el sur. El tratamiento del agua se haría mediante desinfección por cloración en el tanque de almacenamiento.

### **Alternativa A3**

Esta alternativa considera la posibilidad de abastecer a la comunidad mediante la combinación de la captación comunal existente (178 msnm), sobre la cual se realizarían obras de mejora, y la construcción de SCALL, tanto familiares (para las viviendas) como comunales (para la escuela y para el CC). El tratamiento del agua para su potabilización se haría mediante cloración.

Durante la época de lluvias, la población se abastecería principalmente del agua de la captación comunal, cuya agua se bombearía hacia un tanque de almacenamiento y, desde aquí, a los puntos de distribución. Éstos serían al menos tres: uno ubicado en la propiedad comunal nº 1, uno en el noreste del centro poblado y otro en el sur. El caudal de la captación comunal medido al inicio de la época seca es de 11,92 m<sup>3</sup>/d, algo inferior a la demanda hídrica actual de 12,86 m<sup>3</sup>/d.

Durante la época seca, cuando se da escasez de agua en la captación (dos meses), los SCALL complementarían el aporte de la captación. Considerando la precipitación anual media en la zona de 3.600 mm y que llueve un mínimo de 150 días al año, se podrían recoger unos 24 L/m<sup>2</sup> por cada día de lluvia. Un depósito para agua de lluvia que abasteciese a una familia de 6 miembros durante 61 días, en base a una dotación de 20 L/p.d, debería tener un volumen mínimo de 7,3 m<sup>3</sup>. Si la dotación correspondiese sólo el consumo humano mínimo (5 L/p.d), el volumen mínimo sería de 1,83 m<sup>3</sup>/d.

#### **4.4.4. Tipos propuestos de sistemas de saneamiento: tratamiento de aguas grises**

A continuación se exponen de forma general las dos alternativas de saneamiento propuestas, en lo referente al tratamiento de las aguas grises.

##### **Alternativa T1**

Esta alternativa consiste en la construcción de lavaderos comunales, con dos variantes en lo referente al sistema de tratamiento de las aguas grises, que podría consistir en un terreno filtrante (variante T1.1) o en un biofiltro o humedal artificial (variante T1.2).

Tras la exposición de la idea a la comunidad, las personas presentes (incluyendo un buen número de mujeres, a las que se había convocado de forma especial) propusieron la construcción de un total de 4 lavaderos con un número de 8 pilas en cada uno y la ubicación de los mismos cerca de las zonas del río y del arroyo a las que actualmente se acude para lavar la ropa y los trastes.

Según la idea aportada por la comunidad, las mujeres tendrían que seguir utilizando el agua del río o del arroyo en los nuevos lavaderos. En este trabajo se propone ubicar los lavaderos, no junto a las mencionadas corrientes de agua, sino cerca de los puntos de agua del sistema elegido para el abastecimiento. De este modo, se minimizaría la distancia recorrida acarreando el agua para lavar y se evitaría utilizar un agua que ya rechazan por verla sucia y saber que está contaminada.

## **Alternativa T2**

Esta alternativa consiste en la construcción de lavaderos familiares, uno para cada vivienda. Cada lavadero incluiría una pila y la conducción de las aguas grises a un sistema de tratamiento. El aporte de agua para lavar implicaría su acarreo desde los puntos de distribución. De igual forma a la alternativa T1, se ha pensado en dos variantes para el tratamiento de las aguas grises: un sistema basado en la filtración a través de un terreno filtrante (variante T2.1) o un sistema basado en el paso del agua a través de un pequeño humedal artificial o biofiltro (variante T2.2).

### **4.4.5. Tipos propuestos de sistemas de saneamiento: disposición de excretas**

En cuanto al sistema de disposición de excretas, se han considerado tres alternativas. Cada una de ellas contempla la construcción de un tipo de letrina: letrinas de fosa simple (E1), letrinas ventiladas mejoradas (E2) y letrinas aboneras secas (E3). En los tres casos las infraestructuras serían tanto familiares (una para cada vivienda) como comunales (para el CC, la escuela y las iglesias).

Un aspecto importante al abordar el diseño de cualquiera que fuera el tipo de letrina escogido, es evitar la entrada del agua de escorrentía en la fosa, y con ello las posibilidades de inundación y de rebose o filtración. Para lograr este fin la fosa debe estar bien impermeabilizada. Además, dado que el nivel freático frecuentemente se encuentra muy cerca de la superficie, las letrinas deberán construirse sobre-elevadas. Este hecho implica el acceso a la caseta mediante una grada o escalera, lo cual supone una limitación para personas inválidas. Esto debería tenerse en cuenta a la hora del diseño de una posible intervención en la comunidad en el ámbito del saneamiento.

### **4.4.6. Análisis de la viabilidad de las alternativas**

Como se explicó anteriormente, no se dispone de información sobre algunos aspectos fundamentales que permita realizar un análisis completo de las alternativas técnicas. No obstante, se ha tratado de hacer una síntesis de las cuestiones a tener en cuenta para analizar la viabilidad de las opciones propuestas y ayudar así a la hora de optar por uno u otro sistema<sup>42</sup>.

### **Valoración de las alternativas de abastecimiento**

En los cuadros 1, 2 y 3 se han sintetizado las principales características de las alternativas que se han considerado para valorar cada una de ellas. Los resultados de la valoración, realizada según lo explicado en el apartado 3.8, se presentan en la Tabla 21.

---

<sup>42</sup> Ver apartado 3.8. *Análisis de la viabilidad de las alternativas propuestas.*

**TABLA 21. Valoración de viabilidad comparada entre las alternativas propuestas de abastecimiento de agua. Fuente: elaboración propia.**

FACTORES										
Alternativa	Económicos		Tecnológicos		Ambientales		Sociales		Total	
	CL	CT	CL	CT	CL	CT	CL	CT		
A1	A1.1	Mala	2	Mala	2	Mala	2	Mala	2	2
	A1.2	Mala	2	Mala	2	Mala	2	Buena	4	2,4
	A1.3	Mala	2	Mala	2	Mala	2	Regular	3	2,8
A2	A2.1	Muy buena	5	Muy buena	5	Muy buena	5	Regular	3	4,6
	A2.2	Buena	4	Buena	4	Buena	4	Buena	4	4
	A2.3	Mala	2	Regular	3	Mala	2	Mala	2	2,4
A3		Regular	3	Buena	4	Regular	3	Muy buena	5	3,8

La alternativa de abastecimiento mejor valorada resulta ser la A2.1, seguida de la A2.2. Las opciones que contemplan el abastecimiento mediante pozos son mejor valoradas en general que el resto, aunque la A2.3 pierde valor respecto a las otras dos debido al requerimiento de bombeo mecánico para la extracción del agua. Las principales desventajas del abastecimiento mediante pozos son la falta de información sobre la cantidad de agua extraíble, que no permite asegurar el aporte continuo, y la mala calidad bacteriológica del agua subterránea, conocida hasta el momento a niveles cercanos a la superficie. El primer inconveniente se solventaría mediante el estudio de prefactibilidad del proyecto. Además, como se expuso anteriormente, a pesar del notable descenso del nivel freático durante la época seca, los pozos de una profundidad superior a 5 metros mantienen agua durante todo el año. En cuanto a la calidad del agua, también sería necesario estudiarla de forma completa de forma previo al diseño de la solución. El trabajo con la comunidad en cuestiones de concienciación ambiental y de higiene y salud, así como la dotación de un sistema adecuado de disposición de excretas, ayudarían en lo referente a la contaminación bacteriológica.

La tercera alternativa mejor valorada es la A3. A pesar del requerimiento de bombeo mecánico para llevar el agua hasta los puntos de distribución, se trata de una opción con buena aceptación social, ya que contempla, por una parte, la fuente tradicional de abastecimiento y, por otra, el uso del agua de lluvia, también usada en la actualidad y preferida en general para el consumo humano por su sabor. El inconveniente de la existencia de un potrero cerca de la propiedad comunal en la que se encuentra el manantial es difícil de solventar, pero la desinfección del agua estaría garantizada gracias al tratamiento por cloración.

Finalmente, las alternativas que se basan en captar el agua en el arroyo son, de forma general, las peor valoradas. Sólo la A1.3 es un poco mejor valorada, debido a factores de aceptación social, puesto que la captación se realizaría en una zona donde actualmente se accede al agua, y a factores ambientales, ya que sería menor la superficie de terreno cubierto por vegetación natural. Las tres variantes de la alternativa A1 tienen la ventaja de garantizar un aporte continuo de agua durante todo el año. Sin embargo, la intervención se encarecería económicamente y se complicaría tecnológicamente, tanto por precisar bombeo mecánico (en los casos A1.2 y A1.3), como por requerir el pretratamiento del agua y mayor cantidad de tubería que el resto de alternativas. Además, la topografía y la ordenación actual del territorio de la comunidad complicarían la elección de terrenos donde instalar la infraestructura de pretratamiento.

**Cuadro 1. Resumen de los factores influyentes en la viabilidad para la alternativa de abastecimiento de agua A3. Fuente: elaboración propia.**

<b>Factores económicos</b>	<b>Factores tecnológicos</b>	<b>Factores ambientales</b>	<b>Factores sociales</b>
Más infraestructura (red de distribución, superficie de captación, cisternas) que A2	Menor complejidad por ser adaptación de sistemas ya existentes	Intervención mínima en terreno cubierto por vegetación natural Mayor superficie ocupada por infraestructura que A2.1 y A2.2	Zona de captación sí es propiedad comunal
Menos longitud de tubería que A1 y A2	Operación y mantenimiento para bomba, sistema de cloración y SCALL	Riesgo para cantidad: aunque se garantiza la disponibilidad por captar el nacimiento, el caudal es insuficiente en captación; además, dependencia de lluvias Riesgo para calidad: potrero cercano al manantial	Zonas de puntos de distribución no son propiedad comunal
Requiere bombeo mecánico para impulsión		Menor impacto visual que A1 y A2.3, y mayor que A2.1 y A2.2	Fuentes aceptadas para consumo humano, ya en uso  Posible rechazo a agua clorada



**Cuadro 2. Resumen de los factores influyentes en la viabilidad para la alternativa de abastecimiento de agua A1. Fuente: elaboración propia.**

<b>Variante</b>	<b>Factores económicos</b>	<b>Factores tecnológicos</b>	<b>Factores ambientales</b>	<b>Factores sociales</b>
<b>A1.1</b>	Compra de nacimiento	Mayor complejidad técnica para diseño y construcción que A2 y A3 (por pretratamiento y por distancia, topografía y existencia de cubierta vegetal muy densa entre fuente y puntos de distribución)	Mayor intervención en terreno cubierto por vegetación natural que A2 y A3 Mayor superficie ocupada por infraestructura que A2 y A3 Riesgo para calidad y cantidad: plantaciones de palma africana Riesgo para calidad: potrero cercano al nacimiento Aporte garantizado por captar el nacimiento y ser una corriente continua Mayor impacto visual que A2 y A3	Zona de captación no es propiedad comunal  Zonas de puntos de distribución no son propiedad comunal  Aceptación de la fuente para consumo humano, aunque menor que A3  Posible rechazo a agua clorada
	Más obras e infraestructura (red de distribución, sistema de pretratamiento) que A2 y A3			
	Más longitud de tubería que A1.2 y A1.3	Más tramo de red por guamil y bosque que A1.2 y A1.3		
	Tratamiento por cloración No requiere bombeo	Operación y mantenimiento para sistema de cloración		
<b>A1.2</b>	Más obras e infraestructura (red de distribución, sistema de pretratamiento) que A2 y A3	Mayor complejidad técnica para diseño y construcción que A2 y A3 (por pretratamiento y por distancia, topografía y existencia de cubierta vegetal muy densa entre fuente y puntos de distribución)	Mayor intervención en terreno cubierto por vegetación natural que A2 y A3 Mayor superficie ocupada por infraestructura que A2 y A3  Riesgo para calidad y cantidad: plantaciones de palma africana Riesgo para cantidad: aporte no garantizado por no captar el nacimiento*	Zona de captación sí es propiedad comunal Zonas de puntos de distribución no son propiedad comunal Responde a idea de la comunidad de abastecerse de la fuente (aceptada por calidad intuida, aunque menor que A3) Opción evaluada por Municipalidad y ONG Posible rechazo a agua clorada
	Más longitud de tubería que A1.3			
	Tratamiento por cloración	Más tramo de red por guamil y bosque que A1.3		
	Requiere bombeo mecánico para impulsión	Operación y mantenimiento para bomba y sistema de cloración	Mayor impacto visual que A2 y A3	
<b>A1.3</b>	Compra de terreno para captación	Mayor complejidad técnica para diseño y construcción que A2 y A3 (por pretratamiento y por distancia, topografía y existencia de cubierta vegetal muy densa entre fuente y puntos de distribución)	Mayor intervención en terreno cubierto por vegetación natural que A2 y A3 Mayor superficie ocupada por infraestructura que A2 y A3  Riesgo para calidad y cantidad: plantaciones de palma africana Riesgo para cantidad: aporte no garantizado por no captar el nacimiento*	Zona de captación no es propiedad comunal Zonas de puntos de distribución no son propiedad comunal Aceptación de la fuente para consumo humano, aunque menor que A3 Zona ya usada para acceder al agua, más cercana al centro poblado que A1.1 y A1.2 Posible rechazo a agua clorada
	Más obras e infraestructura (red de distribución, sistema de pretratamiento) que A2 y A3			
	Menor longitud de tubería que A1.1 y A1.2	Menos tramo de red por guamil y bosque A1.1 y A1.2		
	Tratamiento por cloración Requiere bombeo mecánico para impulsión	Operación y mantenimiento para bomba y sistema de cloración	Mayor impacto visual que A2 y A3	

**Cuadro 3. Resumen de los factores influyentes en la viabilidad para la alternativa de abastecimiento de agua A2. Fuente: elaboración propia.**

<b>Variantes</b>	<b>Factores económicos</b>	<b>Factores tecnológicos</b>	<b>Factores ambientales</b>	<b>Factores sociales</b>
<b>A2.1</b>	<p>Obras: excavación y fabricación y metida de los tubos (un pozo, frente a tres en A2.2)</p> <p>Sin red de distribución</p> <p>Tratamiento SODES o por filtros lentos de arena familiares</p> <p>Requiere bombeo manual (bomba de mecate o maya, disponibles a nivel local)</p>	<p>Menor complejidad que A2.3</p> <p>Disponible mano de obra semicualificada</p> <p>Reparación de bomba posible por miembros de la comunidad</p> <p>Peor calidad bacteriológica de la fuente por cercanía a viviendas que A2.3</p> <p>Métodos simples de desinfección</p>	<p>No supone intervenir en terreno cubierto por vegetación natural</p> <p>Menor superficie ocupada por infraestructura que A1, A2.2, A2.3 y A3</p> <p>Riesgo para cantidad: no se conoce bien la dinámica hidrogeológica</p> <p>Riesgo para calidad: cercanía de viviendas</p> <p>Impacto visual mínimo</p>	<p>Zona de captación sí es propiedad comunal</p> <p>Zona de punto de distribución es propiedad comunal</p> <p>Un único punto de distribución genera desigualdades</p> <p>Alternativa similar en comunidad vecina</p> <p>Mayor rechazo a fuente de agua para consumo humano por calidad intuida que A1 y A3</p> <p>Desinfección no garantizada</p>
<b>A2.2</b>	<p>Compra de dos terrenos para dos de los pozos</p> <p>Obras: excavación y fabricación y metida de los tubos (tres pozos, frente a uno en A2.1 y en A2.3)</p> <p>Sin red de distribución</p> <p>Tratamiento SODES o por filtros lentos de arena familiares</p> <p>Requiere bombeo manual (bomba de mecate o maya, disponibles a nivel local)</p>	<p>Menor complejidad que A2.3</p> <p>Disponible mano de obra semicualificada</p> <p>Reparación de bombas posible por miembros de la comunidad</p> <p>Peor calidad bacteriológica de la fuente por cercanía a viviendas que A2.3</p> <p>Métodos simples de desinfección</p>	<p>No supone intervenir en terreno cubierto por vegetación natural</p> <p>Mayor superficie ocupada por infraestructura que A2.1</p> <p>Riesgo para cantidad: no se conoce bien la dinámica hidrogeológica</p> <p>Riesgo para calidad: cercanía de viviendas</p> <p>Impacto visual mínimo</p>	<p>Zona de captación no es propiedad comunal</p> <p>Zonas de puntos de distribución no son propiedad comunal</p> <p>Mayor rechazo a fuente de agua para consumo humano por calidad intuida que A1 y A3</p> <p>Desinfección no garantizada</p>
<b>A2.3</b>	<p>Compra de terreno para excavación del pozo</p> <p>Obras: excavación y fabricación y metida de los tubos</p> <p>Menos longitud de tubería que A1 y más que A3</p> <p>Tratamiento por cloración</p> <p>Requiere bombeo mecánico para extracción</p>	<p>Mayor complejidad que A2.1 y A2.2</p> <p>Disponible mano de obra semicualificada</p> <p>Se espera mejor calidad bacteriológica de la fuente que en A2.1, A2.2 y A3</p> <p>Operación y mantenimiento para sistema de cloración</p>	<p>Menor intervención en terreno cubierto por vegetación natural que A1 y mayor que A3</p> <p>Mayor superficie ocupada por infraestructura que A2.1</p> <p>Riesgo para cantidad y calidad: plantaciones de palma africana</p> <p>Riesgo para cantidad: no se conoce bien la dinámica hidrogeológica</p> <p>Menor impacto visual que A1 y mayor que A2.1, A2.2 y A3</p>	<p>Zona de captación no es propiedad comunal</p> <p>Zonas de puntos de distribución no son propiedad comunal</p> <p>Mayor rechazo a fuente de agua para consumo humano por calidad intuida que A1 y A3</p> <p>Posible rechazo a agua clorada</p>

### Valoración de las alternativas de tratamiento de aguas grises

En cuanto a las alternativas para el tratamiento de aguas grises, la T1.1 es la que obtiene una mayor puntuación. Esto se debe, en parte, a que consiste en una opción comunal, que resultaría más barata que las opciones de tratamiento a nivel familiar. Además, el sistema de filtración es utilizado en la sede del PNLL, hecho que puede servir como experiencia para dar a conocer la tecnología en la comunidad.

**Tabla 22. Valoración de viabilidad comparada entre las alternativas propuestas de tratamiento de aguas grises. Fuente: elaboración propia.**

ALTERNATIVA		FACTORES								TOTAL
		Económicos		Tecnológicos		Ambientales		Sociales		
		CL	CT	CL	CT	CL	CT	CL	CT	
T1	T1.1	Buena	4	Muy buena	5	Mala	2	Muy buena	5	4,4
	T1.2	Muy buena	5	Buena	4	Regular	3	Regular	3	4
T2	T2.1	Mala	2	Muy buena	5	Regular	3	Muy buena	5	3,9
	T2.2	Regular	3	Buena	4	Buena	4	Buena	4	3,7

El resto de alternativas obtienen una puntuación parecida entre sí. Para las cuatro opciones consideradas, el sistema de tratamiento es similar a nivel tecnológico, diferenciándose en el requerimiento de un cierto mantenimiento en el caso del humedal artificial. Los humedales conllevan ventajas ambientales, ya que posibilitan un tratamiento más completo de las aguas grises y permiten el aprovechamiento de los residuos vegetales generados.

Socialmente, la propuesta de construir lavaderos comunales recibió una buena aceptación entre los miembros de la comunidad, especialmente entre las mujeres, debido sobre todo a que permitiría resolver problemas de organización actuales a la hora de lavar en el río. Aunque esto se ha tenido en cuenta a la hora de calificar las alternativas, también hay que pensar que es atractiva la idea de disponer de lavaderos en los lotes. Esto implicaría tener que acarrear el agua hasta los mismos, pero permitiría minimizar el encharcamiento de aguas grises en ellos.

**Cuadro 4. Resumen de los factores influyentes en la viabilidad para las alternativas de propuestas de tratamiento de aguas grises. Fuente: elaboración propia.**

Alternativas	FACTORES			
	Económicos	Tecnológicos	Ambientales	Sociales
<b>T1.1</b>	Opción comunal (más barata que T2)  Materiales comunes: gravas, tubos de PVC	Menor mantenimiento que T1.2 y T2.2  Materiales disponibles a nivel local	Riesgo de encharcamientos en los lotes si se sigue lavando allí  Tratamiento menos completo que T1.2 y T2.2	Solución similar en Sede del PNLL Evita problemas de organización actuales Terrenos para lavaderos no son propiedad comunal Puntos de agua cercanos a lavaderos Evita uso de agua de fuente rechazada
<b>T1.2</b>	Opción comunal (más barata que T2)	Mayor mantenimiento que T1.1 y T2.1  Existen plantas de humedal a nivel local	Riesgo de encharcamientos en los lotes si sigue lavando allí Permite aprovechar residuos vegetales	Evita problemas de organización actuales Terrenos para lavaderos no son propiedad comunal Puntos de agua cercanos a lavaderos Evita uso de agua de fuente rechazada
<b>T2.1</b>	Opción familiar (más cara que T1) Requiere compra y transporte de material para filtro  Materiales comunes: gravas, tubos de PVC	Menor mantenimiento que T1.2 y T2.2  Material disponible a nivel local  Mayor dificultad para terrenos apropiados en lotes que a nivel comunal (T1)	Tratamiento menos completo que T1.2 y T2.2  Minimiza encharcamientos en los lotes	Solución similar en Sede del PNLL  Evita problemas de organización actuales  Actualmente es común lavar en los lotes  Implica seguir acarreando el agua desde puntos de distribución Evita uso de agua de fuente rechazada
<b>T2.2</b>	Opción familiar (más cara que T1)	Mayor mantenimiento que T1.1 y T2.1 Existen plantas de humedal a nivel local Mayor dificultad para terrenos apropiados en lotes que a nivel comunal (T1)	Minimiza encharcamientos en los lotes  Permite aprovechar residuos vegetales	Evita problemas de organización actuales  Actualmente es común lavar en los lotes  Implica seguir acarreando el agua desde puntos de distribución Evita uso de agua de fuente rechazada

### Valoración de las alternativas de disposición de excretas

Tabla 23. Valoración de viabilidad comparada entre las alternativas propuestas de disposición de excretas. Fuente: elaboración propia.

ALTERNATIVAS	FACTORES								TOTAL
	Económicos		Tecnológicos		Ambientales		Sociales		
	CL	CT	CL	CT	CL	CT	CL	CT	
E1	Muy buena	5	Regular	3	Regular	3	Muy buena	5	4
E2	Buena	4	Buena	4	Buena	4	Muy buena	5	4,2
E3	Regular	3	Muy buena	5	Muy buena	5	Buena	4	4,2

Finalmente, las alternativas de saneamiento obtuvieron una puntuación muy parecida entre sí. Cualquiera mejoraría con creces la situación actual de la comunidad, en la que solamente se utilizan pozos ciegos. Las letrinas simples carecen de las ventajas ambientales que sí tienen las letrinas mejoradas con ventilación o las LASF. La construcción de las LASF resultaría algo más cara que la de las opciones E1 y E2, si bien cualquiera de ellas requiere de materiales disponibles localmente. A nivel social, cualquier tipo es aceptado; sin embargo, la aceptación social de la comunidad de las implicaciones de manejo de las LASF no son bien conocidas por ahora.

Cuadro 5. Resumen de los factores influyentes en la viabilidad para las alternativas propuestas de disposición de excretas. Fuente: elaboración propia.

Alternativas	FACTORES			
	Económicos	Tecnológicos	Ambientales	Sociales
E1	Más barata que E2 y E3	Requiere sellado.	Malos olores Molestias por insectos	Opción más similar a la que existe actualmente
E2	Más cara que E1	Requiere sellado	Malos olores	Solución similar en comunidades vecinas y en Sede del PNLL
E3	Más cara que E1 y E2	Requiere más capacitación para su operación y mantenimiento	No se generan malos olores Permite aprovechamiento de abono o reutilización	Solución similar en comunidades vecinas y en Sede del PNLL Desconocida aceptación de la comunidad

#### 4.4.7. Descripción general de la solución recomendada

Teniendo en cuenta los resultados sobre las alternativas tratados en el apartado anterior, en este trabajo se recomienda optar, en concreto, por las alternativas A2.2, T1.2 y E3. En el caso de seguir esta recomendación, es especialmente importante la participación de la comunidad en la toma de



decisiones como el número de pozos y lavaderos a construir, su ubicación definitiva, el tipo de bomba, el método de desinfección y el tipo de letrinas.

***Abastecimiento de agua a la población general: pozos mejorados comunales, bombeo manual y tratamiento por filtración y desinfección***

La alternativa de abastecimiento de agua recomendada (A2.2), propone la construcción de tres pozos mejorados comunales para el abastecimiento de la población.

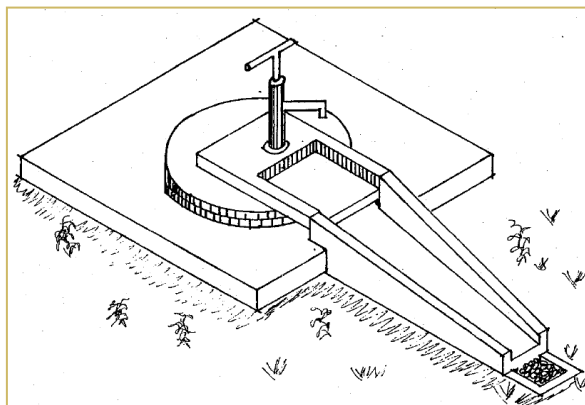
Durante la estancia en terreno se tuvo conocimiento de que en Cantabal, la población más cercana a la comunidad en la que se puede encontrar mano de obra cualificada o semicualificada, hay al menos dos personas que construyen pozos superficiales. Se pudo consultar con una de estas personas, quien proporcionó la siguiente información:

- Las paredes del pozo se revisten con tubos de cemento de 1 m de diámetro y 80 cm de altura. Calculó que un pozo de 12 m de profundidad requiere 15 tubos, para lo cual utiliza 30 bolsas de cemento y 45 varas de hierro de 3/8". Según esto, la fabricación de cada tubo requiere 2 bolsas de cemento y 3 varillas de hierro de 3/8". Otros materiales necesarios son: alambre de amarre (3 lb) y aceite quemado (1 gal).

- El modo de construcción requiere su trabajo y el de un ayudante. Dos personas pueden fabricar y meter 2 tubos por día de trabajo. La mano de obra, incluyendo la fabricación del tubo y su colocación ("la fabricada y la metida"), cuesta Q500.

Respecto a esas consideraciones, la propuesta variaría en el diámetro del pozo, que se recomienda que esté entre 1,5 y 2 m. Además, en la zona de captación se recomienda la realización de perforaciones en el cemento, que las juntas sean abiertas o la colocación de tubos con ranuras para permitir la entrada de agua al pozo e impedir la entrada de material sólido que pueda colmarlo (Molinero et al. en VVAA, 2011, p. 125).

Sobre el pozo se construiría una estructura que constaría de: un brocal y una losa de concreto para la protección del pozo, una losa para la instalación de la bomba, un canal de desagüe y un sumidero (Imagen 55).



**Imagen 55. Propuesta de estructura para protección del pozo, instalación de la bomba y canalización de desagüe. Fuente: Nájera Argueta (1999).**

En cuanto al sistema de bombeo, se propone la utilización de una bomba maya. Se trata de un tipo de bomba manual que fue desarrollado en Guatemala. Así, es fácil adquirir a nivel local los accesorios, componentes y repuestos necesarios para su mantenimiento. El mantenimiento de esta bomba, según UNICEF (citado por Nájera Argueta, 1999, p. 33), “puede realizarlo la propia comunidad, ya que lo único que se necesita es contar con herramientas comunes y conocimientos técnicos mínimos”.

Se trata de una bomba de acción directa, aspirante e impelente, de émbolo de acción recíproca de doble efecto, es decir, que eleva agua tanto al subir como al bajar el *maneral* (Nájera Argueta, 1999, pp. 32-34). Esta bomba es aplicable a pozos excavados con una altura máxima de bombeo de 14 m y puede proporcionar un caudal de hasta 0,67 L/s, lo cual supone 40 L/min en 40 acciones (Castro y Pérez, 2009, p. 105).

Esta bomba se fabrica con materiales metálicos y plásticos. Sus componentes básicos son los mostrados en la Tabla 24. Su instalación requiere tubería de PVC de 2" y 1<sup>1</sup>/<sub>4</sub>", de acuerdo a la profundidad del pozo, y una rejilla. Se instala directamente sobre la losa del pozo, fundiendo la base de la bomba y fijando el cabezal por medio de cuatro tuercas. La instalación requiere sólo de dos personas y consiste en hacer cortes y uniones en la tubería de PVC, dependiendo de la profundidad del pozo. Las herramientas necesarias son comunes: sierra, martillo, llave universal, etc. (Castro *et al.*, 2009, p. 106).

**Tabla 24. Componentes y materiales básicos para la fabricación de una bomba tipo maya. Fuente: Castro *et al.*, (2009).**

COMPONENTE	MATERIALES
Cabezal	Tubo de hierro galvanizado 2" y 2 1/2"
Maneral	Tubo de PVC de 1 1/4", de 250 psi
	Tubo de acero de 3/4"
Cilindro	Tubo de PVC de 2" de 160 psi
Émbolo	Tubo de PVC de 1/4"
	Componentes de polietileno inyectado, cuero y hule
Válvula de pie	Polietileno inyectado y hule

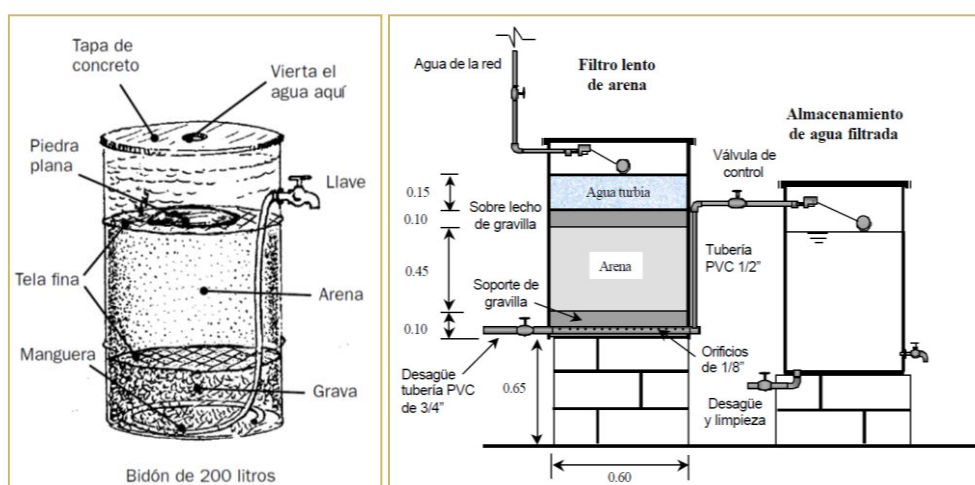
La eficiencia de la operación de la bomba y la garantía de su vida útil dependen de su correcto mantenimiento, que consiste esencialmente en revisar los componentes de la bomba con cierta periodicidad y en cambiar el empaque de cuero del émbolo cada 6 meses y los diafragmas y anillos de hule cada año, usando herramientas comunes (Nájera Argueta, 1999 y Castro *et al.*, 2009).

La bomba maya no permite bombear el agua hacia un depósito elevado, sino que únicamente se limita a extraerla del pozo. Este hecho tiene la

desventaja de que el agua extraída queda expuesta a contaminación por acarreo, por almacenaje y por manipulación.

La tecnología propuesta para el tratamiento del agua es la combinación de filtración y desinfección. Para el caso de la filtración, se propone utilizar filtros lentos de arena a nivel familiar. Con este sistema se pueden filtrar al menos 50 L/d, lo cual es suficiente para el consumo humano de una familia promedio de la comunidad estudiada (media de 6 miembros por familia, consumiendo un mínimo de 5 L/p.d). El filtro se puede construir con distintos materiales, recomendándose para la comunidad Las Promesas – Nueve Cerros el cemento o la utilización de tanques plásticos, similares a los que actualmente se utilizan para almacenar agua de lluvia (100 L). Esos materiales y el resto (esencialmente, arena y gravas de dos o tres tamaños distintos, tapa para el recipiente, tubo de drenaje o de salida, con grifo, y tubo de rebose de plástico) están disponibles a nivel local. Estos filtros pueden ser contruidos por los propios miembros de la comunidad y su mantenimiento consiste en lavar por separado y con agua limpia, el recipiente, la arena y las gravas.

Respecto a su uso y mantenimiento, en primer lugar se recomienda que los filtros se ubiquen en las viviendas de tal forma que puedan ser utilizados fácilmente por los niños. Por otra parte, dado que no se trata de una tecnología con fines de almacenamiento, el agua tratada debe almacenarse adecuadamente. También existe la opción de incorporar un segundo tanque con función de almacenamiento.



**Imagen 56. Modelos de filtros lentos de arena. A la izquierda, filtro simple (fuente: Fundación Hesperian, 2007). A la derecha, con tanque de almacenamiento para el agua filtrada (fuente: González *et al.*)**

La eficiencia de este método de tratamiento alcanza niveles de entre el 90 y casi el 100% de remoción de microorganismos patógenos (CEPIS/OPS, 2005).

No obstante, es recomendable combinar este tipo de tratamiento con cloración o con el método SODES. No se recomienda basar la desinfección del agua en hervirla, ya que esta opción implica un alto gasto energético y consigo el consumo de leña. La recomendación que aquí se hace es la utilización de hipoclorito cálcico, el cual se propone que sea proporcionado por la Municipalidad. Cualquier método que no esté incorporado al sistema de abastecimiento y que, por tanto, dependa de la realización del mismo por los usuarios, deberá ir acompañado de un importante esfuerzo en capacitación<sup>43</sup>, con demostraciones prácticas y partiendo de la concienciación sobre los riesgos de no hacerlo bien.

En base a la información proporcionada por el constructor de pozos y según los precios de estos materiales proporcionados en una de las principales ferreterías del pueblo, el coste mínimo de la construcción de un pozo con esas características sería de Q 9.955,50. La construcción de tres pozos similares costaría al menos Q29.866,5. Esto supone un costo aproximado por beneficiario de Q46,45 o, por familia, de Q242,82. La construcción del pozo con anillos de un diámetro mayor al de los fabricados por ese constructor aumentaría el coste.

El coste estará determinado también por la mano de obra para la construcción de la estructura conformada por el brocal, las losas de concreto y el canal de desagüe, así como por el volumen de material utilizado para ello.

En base a Nájera Argueta (1999), el coste de fabricación de la bomba ( $C_B$ ) vendrá dado por la expresión:

$$C_B = \text{precio de la bomba} + n^{\circ} \text{ tubos PVC } 2 \frac{1}{2}'' \cdot \frac{\text{precio}}{\text{tubo}} + n^{\circ} \text{ varillas} \cdot \frac{\text{precio}}{\text{varilla}} \quad (\text{VI})$$

Este autor expone un ejemplo en el que el coste total de la bomba, los materiales a utilizar y el transporte hacen un total de Q1.512,50. Habría que considerar la variación de los precios desde el momento de ese cálculo (1999) hasta la actualidad, así como la distancia del transporte. Como primera aproximación, el mencionado coste haría que el coste por beneficiario fuera de Q2,35 y, por familia, de Q12,29. Considerando que para la alternativa propuesta serían necesarias tres bombas, dichos costes serían de Q7,05 y de Q36,87, respectivamente.

El coste de un filtro de arena, dependiendo de los precios de los materiales, puede oscilar entre Q90 y Q250 (cálculo basado en datos de CAWST, 2008, p.12). Para el número de familias actuales se requeriría la construcción de

---

<sup>43</sup> Cabe recordar en este punto que, a pesar de que el personal del CC ha hablado a la población sobre el método SODES, en las entrevistas muchas personas dijeron no conocerlo o no saber llevarlo a cabo.

123 filtros, lo cual supondría un coste de Q11.070 a Q30.750 en total. Por persona, el coste estaría entre Q17,22 y Q47,82.

En resumen, el coste de la construcción de los tres pozos, junto con el de las tres bombas y el de los filtros de arena sería, de modo orientativo, de Q86,02 por beneficiario y de Q449,69 por familia.

### **Tratamiento de aguas grises: lavaderos comunales y terreno filtrante**

Para solucionar la parte de la problemática que tiene que ver con la falta de tratamiento de las aguas grises generadas en los lavaderos se propone la alternativa T1.1.

Se construirían tres lavaderos comunales con 8 pilas en cada uno, dispuestas en 2 hileras paralelas con 4 pilas en cada una. Los lavaderos se ubicarían lo más cerca posible de los puntos de agua (los pozos en este caso), para minimizar la distancia de acarreo del agua.

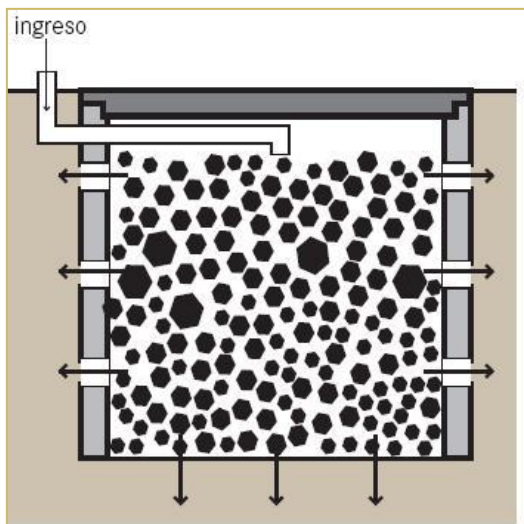


Imagen 57. Modelo de pozo de absorción para tratamiento de aguas grises. Fuente: Álvarez (2011).

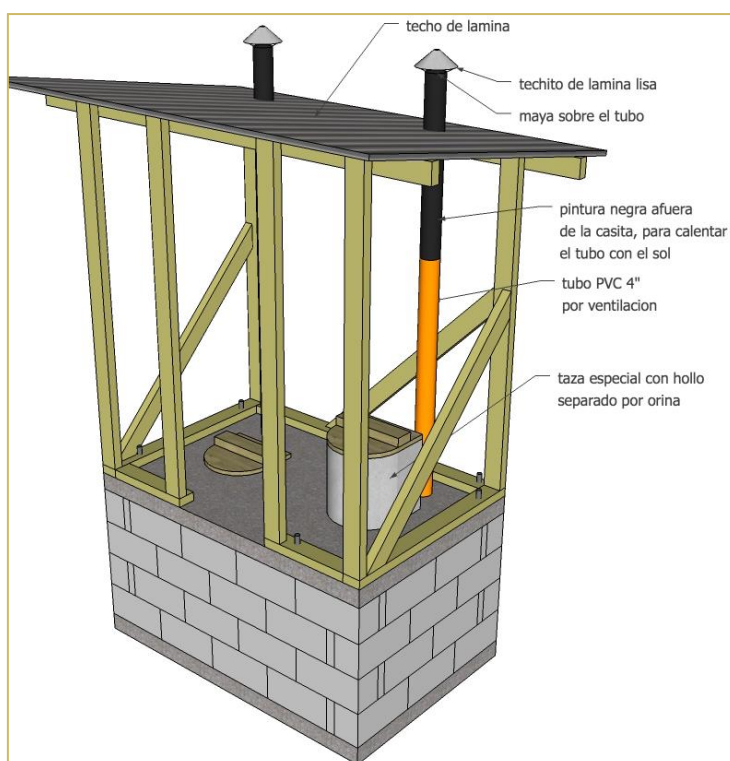
El sistema de tratamiento propuesto consiste en un terreno con gravas o escombros que constituye un lecho filtrante (también llamado pozo de absorción o de filtración). Se recomienda guardar una distancia mínima a los pozos excavados de 30 m (Mariñelarena - FREPLATA, 2006, p.21).

Este sistema consiste en una cámara cubierta de paredes porosas, rellena de piedras grandes y grava, situadas encima de una capa de arena y grava fina situada en el fondo. Este sistema permite que el agua del efluente que entra en dicha cámara se infiltre lentamente en el terreno que la circunda. Este sistema debe construirse de forma que se mantenga una distancia mínima de 1,50 m entre el nivel freático y el nivel de desplante de la capa de grava del fondo del pozo (INFOM y MSPAS, 2011, p. 30).

### **Disposición de excretas: letrinas aboneras secas familiares**

Para la cuestión de la disposición adecuada de excretas, se recomienda la alternativa E3. Esta opción considera el uso de LASF. Aunque su coste es ligeramente mayor al de otro tipo de letrinas y requiere un mantenimiento periódico, presenta varias ventajas ambientales que compensan con creces a esas desventajas. El uso y mantenimiento de forma correcta de este tipo de





**Imagen 58. Modelo de LASE, vista sin la cubierta de la superestructura. Fuente: Fanjoy (2009).**

letrinas permitiría evitar o minimizar la contaminación bacteriológica de las aguas.

La letrina se construiría sobre-elevada debido a que el nivel freático se encuentra cerca de la superficie en la zona durante toda la época de lluvia. Los principales materiales a utilizar serían: concreto y block para construir las dos fosas y madera y manaco para construir la superestructura. En

Fanjoy (2009, p. 2) se estima un precio total por letrina de Q1.854. Considerando un total de 123 letrinas para las familias actuales de la comunidad se tiene un coste total de Q228.042. Se construirían también letrinas para la escuela, las 3 iglesias y el CC. Si se construyen 2 para cada uno de estos lugares, habrá que añadir Q18.540 a la cifra anterior. Así, el coste de todas las letrinas supondría Q392,14 por persona.

#### **4.4.8. Otros aspectos**

Además de las consideraciones técnicas, la solución a la problemática identificada en la comunidad debe contemplar otro tipo de aspectos (gestión del sistema, programa sobre higiene y salud, programa sobre concienciación medioambiental). Esto se trató en una reunión con la comunidad, en la que sus miembros tomaron algunas decisiones iniciales al respecto.

#### **Aspectos de gestión comunal**

Se refieren a la necesidad de establecer una forma de organización comunal para la construcción, la operación, el uso y el mantenimiento del sistema de APS, incluyendo la asignación de responsabilidades y el diseño de una tarifa adecuada. La comunidad deberá ser asesorada y capacitada por personal técnico para la realización de los mencionados procesos, de forma que la

construcción se lleve a cabo de forma correcta y la operación, el uso y el mantenimiento estén asegurados en el futuro.

La comunidad decidió que el COCODE<sup>44</sup> sería quien designaría a los miembros que se encargarían de dichas cuestiones. Además, propusieron la idea de constituir un fondo comunal, en lugar del diseño de una tarifa. Sugirieron hacerlo mediante el pago de 1 quetzal al mes por cada familia y eximiendo de pagar a ancianos, madres solteras y personas inválidas. Sin contar esas excepciones, esta opción permitiría recaudar, considerando el último dato del número de familias del que se tiene constancia (123), un total de 1.476 quetzales al año.

### *Promoción de la higiene y la salud*

En base a la problemática identificada, en una intervención de cooperación al desarrollo en la comunidad sería fundamental la consideración de un componente sobre higiene y la salud para lograr resultados positivos de desarrollo.

Se trataría de trabajar por el objetivo de que la población beneficiaria adoptase prácticas correctas de higiene, las cuales repercutirían positivamente en su salud. Teniendo en cuenta lo observado en las visitas a la comunidad y los datos obtenidos sobre enfermedades relacionadas con el agua, se recomienda incidir especialmente en la higiene de los niños así como en la cuestión de mantener limpios y ordenados, no en el suelo, los recipientes utilizados para acarrear y almacenar el agua.

### *Aspectos medioambientales*

También es clave el trabajo con la comunidad en aspectos relacionados con la conservación del medio ambiente, especialmente en lo referente a la concienciación sobre el uso racional del agua y sobre la importancia del mantenimiento de la cubierta vegetal para la conservación y protección de los recursos hídricos. Es importante, además, tratar el tema de la disposición adecuada de las basuras.

Por otra parte, el diseño de una posible intervención de cooperación al desarrollo en el ámbito en cuestión, debería atender al procedimiento de evaluación del impacto ambiental que pudiera estar contemplado por la normativa, así como a las medidas de protección del medio ambiente que fuera necesario tomar. Al respecto, cabe señalar que el funcionamiento del sistema diseñado repercutiría de forma positiva a nivel ambiental, puesto que el sistema de saneamiento tendría como objetivo evitar la contaminación de los suelos y

---

<sup>44</sup> Al respecto se explicó a los presentes que, independientemente de la ejecución de un proyecto de APS en la comunidad, es conveniente la constitución de un comité de agua dentro del COCODE.

del medio hídrico. Además, se trataría de utilizar materiales locales y de dar un aspecto final a los elementos contruidos visibles de forma que se lograra su integración visual con el entorno de la comunidad.

### *Participación de los actores locales*

Otra cuestión considerada fundamental para el éxito de las intervenciones de cooperación al desarrollo humano en el sector del APSH, es la participación de todos los actores involucrados.

Para el caso en cuestión, puede considerarse, por ejemplo:

- Abordar las cuestiones relacionadas con la concienciación ambiental de la población de la comunidad desde el Programa de Educación Ambiental del PNLL.

- La búsqueda de apoyo técnico y económico para la identificación, el diseño y la ejecución de intervenciones en el sector a través de las instituciones superiores de educación y de las ONG que tienen presencia en el área y que forman parte del BML.

- La posibilidad de que la Municipalidad y el INFOM se encarguen, por ejemplo, de aportar los insumos para la desinfección del agua mediante cloración y de aportar personal técnico y capacitador para lo referente a la construcción, la operación y el mantenimiento de los sistemas de APS.

- La idoneidad del papel de la Dirección del Área de Salud de Cobán para realizar la vigilancia de la calidad del agua y la capacitación a la población en aspectos de higiene básica.

## 5. CONCLUSIONES

En base a la experiencia tenida en terreno, el análisis de la información obtenida, los resultados expuestos y la situación descrita a lo largo de este TFM se puede afirmar lo siguiente:

1. La población de las comunidades de la Ecorregión Lachuá carece de acceso a servicios básicos de abastecimiento de agua y de saneamiento, debido a:
  - La falta de cumplimiento de la Municipalidad de Cobán en cuanto a su obligación de proveer de agua debidamente clorada a dicha población, la cual pertenece a su circunscripción.
  - La falta de voluntad política para atender las necesidades básicas de esa población.
2. La intervención en las comunidades de la ERL con el objetivo de hacer diagnósticos sobre la situación del desarrollo humano en general, y de identificar problemáticas de APS en particular, se ve condicionada por:
  - El carácter cerrado de las gentes del área, relacionado con la violencia vivida en el pasado y la situación de pobreza y pobreza extrema en la que se encuentran inmersos.
  - La alta dependencia de las decisiones tomadas por los líderes y los COCODE en los procesos de interés para su comunidad, con baja o nula participación de la población, especialmente en el caso de las mujeres.
  - La serie de experiencias pasadas de incumplimiento de obligaciones de la Municipalidad, engaños por parte de políticos y paso de investigadores que no regresan para devolver los resultados, junto con la falta de seguimiento a proyectos puntuales de desarrollo en las comunidades, que han generado desconfianza en la población.
  - La dificultad en el acceso a información sobre salud y sobre sistemas de agua y saneamiento generada por las instituciones públicas relacionadas con la materia a nivel de la ERL.
3. El caso de Las Promesas – Nueve Cerros refleja la situación del acceso al agua y el saneamiento a nivel de la ERL, existiendo en todas sus comunidades características y problemas similares a los identificados en dicha comunidad.
4. La problemática identificada en Las Promesas – Nueve Cerros presenta tres componentes:
  - Uno relacionado con el acceso al agua: falta de acceso a agua apta para el consumo humano de forma continuada y falta de acceso a agua en cantidad suficiente durante la época seca.
  - Otro relacionado con el saneamiento: carencia total de infraestructuras que posibiliten la disposición adecuada de las excretas, las aguas grises y los residuos sólidos.
  - Un tercero relacionado con la salud y la higiene: padecimiento por parte de la población de enfermedades que pueden ser prevenibles y que están relacionadas con el agua y el saneamiento; desconocimiento por buena parte de la población del origen de enfermedades relacionadas con el agua;

falta de hábitos adecuados de higiene básica; y realización incorrecta o no realización de procesos de desinfección del agua para consumo humano.

5. La existencia de distintas fuentes de agua en el territorio de Las Promesas – Nueve Cerros determina que su población diversifique las formas en que accede a este recurso, haciéndolo en función de: el uso al que se vaya a destinar el agua, la distancia entre la vivienda y la fuente, las características del nivel freático en la zona donde se ubica la vivienda y la disponibilidad de lámina metálica.
6. El acceso a agua suficiente y de calidad, así como unas condiciones ambientales sanas y seguras, son necesidades sentidas por la población, respecto a lo cual la principal demanda que la comunidad estudiada hace es poder acceder al agua más cerca del centro de la zona poblada, la dotación de letrinas mejoradas y la toma de concienciación por todos los miembros de la importancia de mantener limpio el entorno de la comunidad.
7. *A priori*, según su viabilidad económica, tecnológica, ambiental y social, las alternativas técnicas más apropiadas como solución a la problemática identificada de APS en Las Promesas – Nueve Cerros son:
  - Para el abastecimiento de agua, las basadas en pozos excavados con bombeo manual y las basadas en la combinación de la mejora de la captación existente con SCALL.
  - Para el tratamiento de aguas grises, lavaderos comunales con tratamiento mediante terreno filtrante.
  - Para la disposición de excretas, letrinas aboneras secas familiares.



## 6. RECOMENDACIONES

Considerando las conclusiones anteriores y el conocimiento adquirido sobre la situación del desarrollo humano en la Ecorregión Lachúa se recomienda:

1. Que los actores de la ERL, como responsables de su propio desarrollo, lleven a cabo un proceso de incidencia política, reclamando a la Municipalidad que apoye la provisión de servicios básicos y en particular de agua potable a la población, en base a la obligación legal que esa institución tiene de hacerlo y en base a la obligación moral por estar reconocida el agua como un derecho humano.
2. Que actores que pretendan llevar a cabo intervenciones de desarrollo en la ERL, partiendo del diagnóstico de la situación y de la identificación precisa de problemas y soluciones, estén preparados para el trabajo en un contexto complejo y que traten de acondicionarse todo lo posible a las costumbres y la forma de organización y de toma de decisiones en las comunidades, consultando siempre como primer paso con los miembros de los COCODE. Y, por otra parte, que estén preparados para superar situaciones, tanto en la población como en las instituciones, de escasas muestras de interés, baja participación, hermetismo, contradicciones y lentitud en los procesos y las respuestas.
3. Que toda intervención para la mejora del acceso al APS en la ERL se haga bajo un marco común para todas las comunidades, formulando programas que consideren las causas y los efectos comunes de la problemática y las características similares de las comunidades, de manera que se favorezca y contribuya al desarrollo integral del área.
4. Que toda intervención en el sector del APS en las comunidades de la ERL sea integral, esto es, atendiendo a los tres aspectos interrelacionados que la componen (agua, saneamiento e higiene) para lograr impactos reales, positivos y duraderos en el desarrollo de las comunidades.
5. Que en las posibles intervenciones de desarrollo en el sector del APS en la comunidad Las Promesas – Nueve Cerros:
  - Se tengan en cuenta los factores que determinan las formas actuales de acceso al agua, así como las necesidades sentidas, las demandas hechas y las preferencias expresadas por la población en cuanto a la solución que pudiera ser dada a la problemática identificada.
  - Se explique a la comunidad la variedad de alternativas técnicas posibles y que se haga partícipes a sus miembros en la valoración de su viabilidad, en la elección y en el diseño.
  - Se consideren las opiniones expresadas por sus miembros sobre los aspectos de gestión comunal.
  - Se incluya un componente que incida de manera especial en lo referente a capacitación en cuestiones de higiene básica y de tratamientos de desinfección del agua.

6. Que desde el Directorio del Bosque Modelo Lachuá se siga apoyando el monitoreo de los recursos hídricos en la ERL y que lidere la formulación de un programa orientado a la mejora de la situación del sector del APS para las comunidades. Asimismo, se recomienda que impulse la búsqueda de apoyo de la cooperación internacional para el logro de objetivos en esos dos ámbitos: diagnóstico de los recursos hídricos y acceso a servicios básicos de APS. Ambos están interrelacionados y su trabajo en ellos está en consonancia con algunas de las líneas estratégicas marcadas en el POT de la ERL y con la integración de esfuerzos requerida para una GIRH eficaz.

## 7. FUENTES DOCUMENTALES<sup>45</sup>

- [1] ACEDO NÚÑEZ, Ó., DOMÍNGUEZ NARVÁEZ, A. y JUSTO VILLALOBOS, M. J. (Coords.). (2011). *Guía metodológica de identificación de proyectos de cooperación internacional al desarrollo. Ejemplo de identificación participativa en la provincia de Elías Piña, República Dominicana*. Guía metodológica 02. Ingeniería Sin Fronteras. Junta de Andalucía.
- [2] ÁLVAREZ, R. (2011). *Dispositivos de tratamiento familiar de aguas residuales en el ámbito rural*. ISLAS DE PAZ. Perú.
- [3] BAUTISTA MIGUEL, C., CAMACHO BENÍTEZ, A. C., GARIBAY MORENO, R., SANTIAGO PÉREZ, L. y ZAVALA OCAMPO, L. M. (Eds.). (ND). *Manual de ecotecnias y alternativas*. ATECOCOLLI. México.
- [4] BOLAÑOS SOLARES, J. (Coord., 2010). *Tercer informe de avances en el cumplimiento de los Objetivos de Desarrollo del Milenio. Objetivo 7: Garantizar la sostenibilidad del medio ambiente*. Secretaría de Planificación y Programación de la Presidencia. Guatemala.
- [5] BANCO MUNDIAL (2014). *Datos. Indicadores*. [www.datos.bancomundial.org](http://www.datos.bancomundial.org) Consulta realizada en agosto de 2014.
- [6] CASTRO, R. y PÉREZ, R. (2009). *Saneamiento rural y salud: guía para acciones a nivel local*. OPS. Guatemala.
- [7] CAWST (2008). *Manual del Filtro Bioarena. Diseño, construcción, instalación, operación y mantenimiento*. CAWST. Canadá.
- [8] CENTRO BARTOLOMÉ DE LAS CASAS DE CUSCO (2009). *Diagnóstico situacional del uso y manejo del agua en 19 comunidades aymaras*. CBC. Perú.
- [9] CEPAL/ONU (2013). *Anuario Estadístico de América Latina y el Caribe. 1. Estadísticas sociales*. CEPAL. Santiago de Chile.
- [10] CEPAL/ONU (2014). *Observatorio demográfico 2013. Proyecciones de población*. CEPAL. Santiago de Chile.
- [11] CIFUENTES, D., GÓMEZ RAYMUNDO, E. C., MARTÍNEZ, I. M. y GIL, J. (2003). *Proyecto de mejoramiento de las condiciones ambientales (agua y saneamiento) en comunidades indígenas de Guatemala. Propuesta de participación en el proyecto regional. Fase II*. Guatemala.
- [12] CPIS/OPS (2004). *Guía de diseño para captación del agua de lluvia*. OMS. Lima.
- [13] CPIS/OPS (2005). *Tecnologías para abastecimiento de agua en poblaciones dispersas*. OMS. Lima.
- [14] COGUANOR. *Norma técnica guatemalteca. COGUANOR NTG 29001. Agua para consumo humano (agua potable). Especificaciones*. Comisión Guatemalteca de normas. Ministerio de Economía. Guatemala.

---

<sup>45</sup> Se incluyen tanto las fuentes principalmente consultadas, aunque no se hayan citado en el texto, como las fuentes consultadas que sí son referenciadas.

- [15] CONAP, INAB y MAGA (2010). *Informe de monitoreo del clima 2010. Parque Nacional Laguna Lachúa, Guatemala*. Guatemala.
- [16] CONAP, INAB y MAGA (2011a). *Informe de monitoreo del clima 2011. Parque Nacional Laguna Lachúa, Guatemala*. Guatemala.
- [17] CONAP, INAB y MAGA (2011b). *Plan Maestro 2012 – 2016 del Parque Nacional Laguna Lachúa, Cobán, A. V., Guatemala*. Guatemala. No editado.
- [18] DGSIAS/MSPAS (2014a). *Tabla 4: características del medio en la vivienda. Región Santa Lucía Lachúa. Fecha de actualización: 31/12/2006*. MSPAS. Guatemala. No editado.
- [19] DGSIAS/MSPAS (2014b). *Reporte mensual de morbilidad prioritaria (primeras consultas). Región Santa Lucía Lachúa. Años 2011, 2012 y 2013*. MSPAS. Guatemala. No editado.
- [20] DGSIAS/MSPAS (2014c). *Lista general de población de Las Promesas – Nueve Cerros. Fecha de corte: 18/03/2014*. MSPAS. Guatemala. No editado.
- [21] DGSIAS/MSPAS (2014d). *Tabla 3: censo poblacional por municipio, centro de convergencia, comunidad, sector, por grupos de edad y sexo*. MSPAS. Guatemala. No editado.
- [22] DGSIAS/MSPAS (2014e). *Lista de defunciones. Comunidad Las Promesas – Nueve Cerros. Años 2011, 2012 y 2013*. MSPAS. Guatemala. No editado.
- [23] ESCUELA DE BIOLOGÍA/USAC (Comp.) (2004). *Ficha Informativa de los Humedales Ramsar. Ecorregión Lachúa*. Escuela de Biología. Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia. USAC. Guatemala.
- [24] FOCARD-APS y SG-SICA (2010). *Panorama del acceso al agua potable y al saneamiento en Centroamérica y República Dominicana. Perspectiva regional basada en la información más reciente del JMP de OMS y UNICEF*. Boletín agosto.
- [25] FANJOY, J. (2009). *Letrina abonera seca familiar*. Peace Corps – Guatemala. Guatemala.
- [26] FUNDACIÓN HESPERIAN (2007). *Agua para vivir: cómo proteger el agua comunitaria*. Folleto 1. Una guía comunitaria para la salud ambiental. PNUD. Estados Unidos.
- [27] GONZÁLEZ, A. MARTÍN, A. y FIGUEROA, A. (ND). *Tecnologías de tratamiento y desinfección de agua para uso y consumo humano*. Instituto Mexicano de Tecnología del Agua.
- [28] GONZÁLEZ TEJADA, I. (2007). *Abastecimiento de agua a Vumari (Tanzania). Documento 1: memoria*. Proyecto de fin de carrera en cooperación. Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos. UPM. Madrid.
- [29] GWP CENTROAMÉRICA (2011). *Situación de los recursos hídricos en Centroamérica: hacia una gestión integrada*. Tegucigalpa.
- [30] HERRERA SANTOS, K. (Coord., 2011). *Primer informe nacional sobre cooperación internacional para el desarrollo y eficacia de la ayuda en Guatemala. Años 2008 – 2010*. Secretaría de Planificación y Programación de la Presidencia. Guatemala.
- [31] INAB y UICN (2009). *Plan de Ordenamiento Territorial de la Ecorregión Lachúa. Proyecto Laguna Lachúa Fase III: Lachúa al servicio de su gente*. Guatemala. Versión digital en disco compacto.

- [32] INE (2003). *Censos Nacionales XI de Población y VI de Habitación 2002: características de la población y de los locales de habitación censados*. Gobierno de Guatemala. Guatemala.
- [33] INE (2006). *Encuesta Nacional de Condiciones de Vida 2006*. Gobierno de Guatemala.
- [34] INE (2011a). *República de Guatemala. Caracterización*. Gobierno de Guatemala.
- [35] INE (2011b). *Encuesta Nacional de Condiciones de Vida 2011*. Gobierno de Guatemala.
- [36] INE (2013). *Caracterización departamental. Alta Verapaz 2012*. Gobierno de Guatemala.
- [37] INFOM y MSPAS (2011). *Guía de normas para la disposición final de excretas y aguas residuales en zonas rurales de Guatemala*. INFOM. MSPAS. Guatemala.
- [38] IPADE (2011a). *Experiencia en Guatemala I. Guía de herramientas para la integración del enfoque de género en proyectos de agua y saneamiento*. Madrid.
- [39] IPADE (2011b). *Experiencia en Guatemala II. Sistematización de las experiencias en gestión integral del recurso hídrico en comunidades indígenas de Guatemala*. Madrid.
- [40] JENÉ PETSCHEN, X. (2008). *Acceso al agua potable*. Monográficos Agua en Centroamérica 2. Alianza por el Agua.
- [41] LENTINI, E. (2010). *Servicios de agua potable y saneamiento en Guatemala: beneficios potenciales y determinantes de éxito*. Documento de proyecto. CEPAL/ONU. Santiago de Chile.
- [42] LOUBAUD, E., MARQUÉS VALDÉS, E. y PARTHENAIS, N. (2013). *Base de datos sobre el manejo de los recursos hídricos en la Ecorregión Lachuá (Guatemala)*. Bosque Modelo Lachuá. Guatemala. No editado.
- [43] MARQUÉS VALDÉS, E. (2014). *Síntesis del diagnóstico de la situación del sector del agua potable y el saneamiento en la aldea Las Promesas – Nueve Cerros, Cobán, A. V., Guatemala*. No editado.
- [44] MEIERHOFER, R. y WEGELIN, M. (2002). *Desinfección solar del agua. Guía de aplicación*. EAWAG/SANDEC. Lima.
- [45] MONZÓN MIRANDA, R. M. (1999). *Estudio general de los recursos agua, suelo y del uso de la tierra del Parque Nacional Laguna Lachuá y su zona de influencia, Cobán, Alta Verapaz*. Facultad de Agronomía. Instituto de Investigaciones Agronómicas. USAC. Guatemala.
- [46] MORALES NAVARRO, S. DEL C. (2013). *Trabajo de campo del Ejercicio Profesional Supervisado*. CEMA. USAC. Guatemala. No editado.
- [47] MSPAS (2009). *Acuerdo Ministerial N° 1148-09. Guatemala, 30 de marzo de 2009. Manual de normas sanitarias que establecen los procesos y métodos de purificación de agua para consumo humano*. MSPAS. Gobierno de Guatemala. Publicado: lunes, 20 de abril de 2009.
- [48] MSPAS (2013). *Política Nacional del Sector de Agua Potable y Saneamiento*. Gobierno de Guatemala.
- [49] MUX CANÁ, D., MORDHORST, N. y ARZÚ, P. (2011). *La Cooperación Internacional en Guatemala: Actores, Estructuras y Experiencias del G13*. Secretaría Permanente del Grupo de Coordinación de la Cooperación. Guatemala.



- [50] NÁJERA ARGUETA, N. A. (1999). *Presupuestación y análisis de costos para dos tipos diferentes de bombas manuales para extracción de agua potable y su aplicación para escuelas del área rural*. Facultad de Ingeniería. USA. Guatemala.
- [51] PAS/BM (2006). *Biofiltro. Una opción sostenible para el tratamiento de aguas residuales de pequeñas localidades*. PAS. Honduras.
- [52] PAS - HONDURAS/BANCO MUNDIAL (ND). *Tecnologías apropiadas de suministro de agua y saneamiento rural. Un vistazo a las tecnologías disponibles en el medio rural de Honduras*. Fascículo 3. Serie Oro Azul. PAS. Honduras.
- [53] PNUD (2011). *Cifras para el desarrollo humano. Alta Verapaz*. Guatemala. [http://www.desarrollohumano.org.gt/fasciculos/cifras\\_v4.html](http://www.desarrollohumano.org.gt/fasciculos/cifras_v4.html)
- [54] PNUD (2012). *Guatemala: ¿un país de oportunidades para la juventud? Informe nacional de desarrollo humano 2011 – 2012*. Guatemala.
- [55] PNUD (2013a). *Informe regional de desarrollo humano 2013 – 2014. Seguridad ciudadana con rostro humano: diagnóstico y propuestas para América Latina*. Nueva York.
- [56] PNUD (2013b). *Informe sobre desarrollo humano 2013. El ascenso del Sur: progreso humano en un mundo diverso*. Nueva York.
- [57] PONS STRIGARI, D. (2006). *Diseño y construcción de sistemas de abastecimiento de agua por gravedad para comunidades rurales en países en vías de desarrollo. Aplicación en Guatemala. Actuaciones en casos de emergencia*. Proyecto de Fin de Carrera. Departamento de Ingeniería Térmica y de Fluidos. Universidad Carlos III. Madrid.
- [58] ROMERO, M. (ND). *Tratamientos utilizados en potabilización de agua*. Boletín electrónico No. 08. Facultad de Ingeniería. Universidad Rafael Landívar. Guatemala.
- [59] SALVADOR VILLÀ, I. (Coord.) (2005). *Abastecimiento de agua y saneamiento. Tecnología para el Desarrollo Humano y acceso a los servicios básicos*. Universitat Oberta de Catalunya. Ingeniería sin Fronteras. Cataluña.
- [60] SECTOR AMBIENTE Y AGUA (2010). *Mapeo de la Ayuda y la Cooperación al Sector Ambiente y Agua*. Guatemala.
- [61] SERRANO ALONSO, J. (ND). *Proyecto de un sistema de abastecimiento de agua potable en Togo*. Proyecto de Fin de Carrera. Departamento de Mecánica de Medios Continuos y Teoría de Estructuras. Universidad Carlos III. Madrid.
- [62] SIAPS (2013). *Boleta SAS de cobertura (agua y saneamiento)*. Programa Agua Fuente de Paz. Consejo de Cohesión Social. Guatemala.
- [63] SIGSA/MSPAS (2014a). *Registro semanal de vigilancia epidemiológica en el Área de Salud de Alta Verapaz. Años 2011, 2012 y 2013*. MSPAS. Guatemala.
- [64] SIGSA/MSPAS (2014b). *Integración de consultas a centros de convergencia. Región Santa Lucía Lachuá. Datos de CC de Las Promesas – Nueve Cerros*. MSPAS. Guatemala. No editado.
- [65] UNDP (2014). *Human Development Report 2014. Sustaining human progress: reducing vulnerabilities and building resilience*. Nueva York.

- [66] USA COBÁN/MSPAS (2014). *Análisis bacteriológico de agua en muestras procedentes de Las Promesas – Nueve Cerros, Cobán, Alta Verapaz*. MSPAS. Guatemala. No editado.
- [67] USAC – LABORATORIO SALVADOR CASTILLO ORELLANA (2014). *Resultados de calidad de agua. Análisis físico – químico de muestras de agua. Comunidad Las Promesas – Nueve Cerros, Cobán, A. V. Facultad de Agronomía*. USAC. Guatemala. No editado.
- [68] VVAA (2011). *El agua como elemento clave para el desarrollo*. Canal Educa. Madrid.

## ABREVIATURAS, SIGLAS Y ACRÓNIMOS

AECID: Agencia Española de Cooperación Internacional al Desarrollo

APS: agua potable y saneamiento

APSH: agua potable, saneamiento e higiene

BM: Banco Mundial

BML: Bosque Modelo Lachuá

CAWST: Centre for Affordable Water and Sanitation

CEMA: Centro de Estudios del Mar y Acuicultura

CEPAL: Comisión Económica para América Latina y el Caribe

CIE: Código Internacional de Enfermedades

CC: Centro de Convergencia

CL: valor cualitativo

CPIS: Centro Panamericano de Ingeniería Sanitaria y Ciencias del Ambiente

COCODE: Comité Comunitario de Desarrollo

COGUANOR: Comisión Guatemalteca de Normas

COMUDE: Comité Municipal de Desarrollo

CONAP: Consejo Nacional de Áreas Protegidas

CT: valor cuantitativo

DIPRONA: Dirección de Protección de la Naturaleza

DGSIAS: Dirección General del Sistema Integrado de Atención en Salud

EDA: Enfermedad Diarreica Aguda

EMRE: Empresa Municipal de Red Eléctrica

ENCOVI: Encuesta Nacional de Condiciones de Vida

ERL: Ecorregión Lachuá

FC: Facilitador Comunitario

FUNDALACHUÁ: Fundación Laguna Lachuá

GEA: Gabinete Específico del Agua

GIRH: Gestión Integrada de los Recursos Hídricos

GTQ: quetzal guatemalteco

GPS: Global Positioning System

GWP: Global Water Partnership

INAB: Instituto Nacional de Bosques

INB: Ingreso Nacional Bruto

INE: Instituto Nacional de Estadística

INFOM: Instituto de Fomento Municipal

IRA: Infección Respiratoria Aguda

LASF: letrinas aboneras secas familiares

LT: letrina de hoyo

MAGA: Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación

MSPAS: Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social

ODCEPAL: Observatorio Demográfico del CEPAL

ODM: Objetivos de Desarrollo del Milenio

OMS: Organización Mundial de la Salud

ONG: Organización No Gubernamental

ONU: Organización de las Naciones Unidas

OPS: Organización Panamericana de la Salud

PAS: Programa de Agua y Saneamiento del Banco Mundial

PEA: Población Económicamente Activa.

PINFOR: Programa de Incentivos Forestales

PNLL: Parque Nacional Laguna Lachuá

PNUD: Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo

POT: Plan de Ordenamiento Territorial

Q: quetzal

RIABM: Red Iberoamericana de Bosques Modelo.

SAA: Sector Ambiente y Agua

SCALL: sistema de cosecha de agua de lluvia

SIAPS: Sistema de Información de Agua Potable y Saneamiento

SIG: Sistema de Información Geográfica

SIGSA: Sistema de Información Gerencial de Salud

SODES: desinfección solar

USA: Unidad de Saneamiento Ambiental

USAC: Universidad San Carlos de Guatemala

USD: dólares estadounidenses

## ANEXOS

### Anexo I. Especificaciones para realizar el TFM

#### **Procedimiento para la realización del Trabajo Fin de Máster (TFM)**

##### **Máster Universitario en Tecnologías para el Desarrollo Humano**

**Aprobado por la Comisión Académica y de Calidad (CACM) el 16 de enero de 2012**

#### **Propósito y duración del Trabajo Fin de Máster**

El tercer cuatrimestre del programa del Máster consta de 30 ECTS, divididos en: Práctica profesional (13 ECTS), Trabajo Fin de Máster (15 ECTS), Defensa del Trabajo Fin de Máster: 2 ECTS.

El trabajo de fin de máster (TFM) debe constituir una aportación original del alumno que, en la mayoría de los casos, estará basada en su actividad durante el período de práctica profesional. En él, aplicará e integrará conocimientos propios de su ámbito de especialidad, abordando el diagnóstico de situaciones de desarrollo complejas, y proponiendo soluciones técnicas y organizativas apropiadas.

Desde el punto de vista de los resultados formativos, el TFM deberá contribuir al desarrollo de las siguientes capacidades:

- Capacidad de integración y de síntesis del conjunto de los conocimientos del Máster y su aplicación a un problema específico de desarrollo.
- Capacidad de comunicación y presentación ordenada y precisa de la información.
- Capacidad de trabajo autónomo, planificado en tiempos y en resultados.

#### **Estructura orientativa del documento**

Todo TFM deberá incluir, al menos, los siguientes aspectos:

- Nombre del tutor y del alumno, título del proyecto, resumen ejecutivo (en español y en inglés), objetivos, método y fases del trabajo, medios que se pretenden utilizar, resultados, conclusiones, bibliografía.

No hay una extensión prefijada del documento. Ésta deberá adecuarse a la naturaleza y los objetivos del TFM. En todos los casos se valorará positivamente la capacidad de síntesis, la buena redacción, la claridad en la exposición y el cuidado de los aspectos formales (maquetación, gráficos...).

El TFM podrá escribirse en español, inglés, portugués o francés.

#### **Proceso de realización y evaluación del TFM**

El proceso de realización y evaluación del TFM constará, por regla general, de los siguientes hitos:

[...]

Evaluación. El tribunal juzgará y calificará las capacidades y habilidades, a partir tanto del documento como de la presentación del mismo, pudiendo otorgar dos calificaciones diferentes a cada uno de ambos aspectos.



## Anexo II. Metodología: consideraciones para el análisis de resultados y sobre la utilización y elaboración de cartografía

### Anexo II.a. Estudio de la situación del sector del APS en la Ecorregión Lachuá

La comparación de los datos del documento denominado *Tabla 4* (DGSIAS/MSPAS, 2014a) con información de otros años y organismos resulta difícil, ya que se desconoce la definición de las categorías utilizadas en la misma, tales como “otros sistemas de abastecimiento de agua”, “letrina” (no se especifica el tipo), y “otro medio inadecuado” de disposición de excretas. Además, a la hora de establecer comparaciones entre comunidades, resulta que el sumatorio de los porcentajes reflejados en esa tabla de viviendas de un mismo sector que utilizan uno u otro sistema de abastecimiento o saneamiento, no es del 100%. Por ejemplo, para la comunidad Unión Buena Vista – El Peyán se indica que en un 3% de las viviendas el abastecimiento de agua es mediante pozo propio y en un 70% mediante pozo comunitario; para el restante 27% no aparece reflejado el tipo de abastecimiento, sino que se tiene un 0% para el uso de chorro propio, chorro comunitario, río y otros.

Para el caso de las boletas SAS (SIAPS/MSPAS, 2013) tampoco se obtuvo información aclaratoria, aunque por algunos nombres conocidos de los encuestadores que aparecen en algunas de ellas, se pudo establecer que son los facilitadores comunitarios quienes se encargan de rellenarlas. Cabe señalar que la información de las boletas no está completa en ninguno de los ocho casos. Si bien muchas de las cuestiones de la boleta están referidas a un servicio de abastecimiento de agua que es inexistente en todas las comunidades, se encuentra que los apartados “muestreo de la calidad del agua” y “fuentes de recursos hídricos” están vacíos en todas las boletas que se pudieron consultar.

Por último, dado que se pudo visitar esas comunidades y conocer su realidad durante la estancia en terreno, se han detectado algunos errores en la información contenida en las boletas SAS. Por ejemplo, para la comunidad Santa Cruz – El Nacimiento se señala que “no” dispone de sistema de abastecimiento de agua; no obstante, posteriormente se señala la casilla “bombeo”, sobre el tipo de sistema existente, y no completa otra información pedida al respecto. Lo visto y contado por miembros de esa comunidad es que se abastecen mediante un pozo comunitario excavado, del cual extraen el agua con cubetas y una cuerda. Otra cuestión destacable es que, por ejemplo para la comunidad Las Promesas – Nueve Cerros, se anota un total de 102 letrinas de hoyo, número que coincide con el total de viviendas anotado en la boleta. Sin embargo, el estudio de esta comunidad para el presente TFM permitió conocer que todas las viviendas utilizan pozos ciegos y que no existe uno por vivienda,

sino que en varios casos es compartido por dos o más familias, lo cual hace que el número de letrinas en la comunidad sea inferior al número de viviendas.

### **Anexo II.b. Sobre el análisis bacteriológico**

Según la información recibida por parte de la institución responsable, una Inspectora de Saneamiento Ambiental se desplazaría hasta la zona de estudio, llevando el material necesario para realizar la toma de muestras y un equipo portátil para llevar a cabo el análisis. Una vez en contacto con la ISA, se le informó del tipo de fuentes que se deseaba analizar (corrientes superficiales, captación comunal y pozos particulares) y se fijó una fecha para realizar la toma de muestras. Por otra parte, el Bosque Modelo se encargaría del transporte de la ISA desde Cobán hasta la Sede Administrativa del PNLL, en cuyas instalaciones se guardaría el material a utilizar durante el tiempo que ella permaneciese en la zona, y donde se realizaría el análisis.

A pesar de las ventajas de llevar a cabo el análisis en la Sede (sería menor el tiempo de transporte de las muestras hasta el lugar de análisis y no sería necesario transportar la incubadora), se señaló el riesgo supuesto por los cortes de electricidad habituales en la Sede para el funcionamiento del equipo y se consideró la opción de llevarlo a la vecina población de Cantabal, donde la conexión eléctrica es más fiable. Finalmente, la Inspectora decidió dejarlo todo en la Sede del Parque y que el análisis se realizase allí mismo.

El día fijado para el muestreo, estando ya desplazados en la comunidad, la Inspectora comunicó que no había llevado equipo adecuado para realizar la toma de muestras en los pozos. Dado que no se disponía de más tiempo ni recursos para realizar ese muestreo otro día, se decidió tomar las muestras de los dos pozos seleccionados mediante unas cubetas que se pidió a los propietarios de los lotes en que se ubicaban. Las cubetas se lavaron utilizando jabón, lejía y agua del propio pozo. Desde el cubo se volcó el agua a las bolsas en las que se recogía la muestra.

De vuelta en la Sede, la Inspectora llevó a cabo todo el proceso de preparación de las muestras para su análisis. Finalmente, éstas fueron



**Imagen 59. Toma de muestras de agua para análisis bacteriológico. Izquierda: muestreo en un pozo particular. Derecha: muestreo en arroyo Elisa. Fuente: Esther MV.**

introducidas en la incubadora, donde permanecieron durante 24 horas a 37°C. La persona encargada del análisis no supo explicar qué método estaba utilizando ni conocía el modelo de la incubadora.

Los resultados del análisis, fueron enviados varios días más tarde, primeramente en un archivo que podía ser fácilmente modificado por cualquier persona y sin la firma de la Inspectora ni del Director del Centro de Salud. El documento ya firmado se esperó durante varias semanas, alegando la Inspectora que los trabajadores del Centro estaban en huelga porque hacía tres meses que no se les pagaba su salario. Finalmente, se recibió el documento que puede ser consultado en el Anexo VI.



Imagen 60. Izquierda, un momento del análisis bacteriológico de las muestras de agua recogidas en la comunidad. Derecha: Equipo portátil para análisis bacteriológico de muestras de agua.

### **Anexo II.c. Sobre el análisis físico-químico**

Las muestras fueron tomadas por la autora del trabajo, con apoyo de un guardarrecursos del PNLL. El análisis de nitratos y fosfatos se realizó el mismo día de la toma de muestras, en la Sede del PNLL, utilizando el equipo mencionado en el apartado sobre la metodología.

Se aprovechó el viaje de un compañero el día siguiente para trasladar a la ciudad capital las que se analizarían en la Facultad de Agronomía. Un día después, una compañera que allí reside las llevó al laboratorio. Las muestras permanecieron durante todo ese tiempo dentro de una cesta-nevera.

El documento con los resultados que fue remitido desde el laboratorio carecía inicialmente de identificación del mismo, firma del responsable de los análisis, etcétera. Finalmente, tras solicitarlo varias veces, unas semanas después se recibió el documento que se puede ver en el Anexo V.



#### **Anexo II.d. Sobre el cálculo del consumo actual de agua en la comunidad**

Se trató de que las personas entrevistadas aportaran información sobre la cantidad de agua que extraen de las distintas fuentes, diferenciando al menos entre la que usan para consumo humano y la que destinan a otros usos. Respecto al consumo humano, se explicó a la persona que ayudaba a traducir que se trataba de averiguar la cantidad de agua consumida bebida, de agua consumida en bebidas como el pinol, el café y el cacao, y de agua usada para la preparación de alimentos, incluyendo el procesado del maíz (cocción del maíz y lavado del nixtamal), en el cual se basa su alimentación.

Las respuestas variaron significativamente, de forma que en algunos casos los entrevistados señalaban que se referían sólo al agua que beben y que no sabían estimar la cantidad restante, y en muchos otros al agua usada también para otros usos distintos del consumo humano, sin poder llegar a estimar la destinada para cada uno de ellos. Frecuentemente, quienes respondían sobre la cantidad de agua para beber y cocinar, se refirieron al resto de usos con expresiones como “para lavar se sacan muchas cubetas más” o “cuando baño a los niños tengo que traer más tinajas”. Finalmente, los datos que se obtuvieron fueron sobre la cantidad de agua mínima diaria utilizada en las viviendas, anotándose en cada caso los usos a los que se destina.

Prácticamente todas las respuestas se basaban en el número de tinajas de 12 litros que usan cada día, aunque en algunos casos se hacía referencia a otros recipientes o unidades de medida (tinajas más grandes, tambos, galones).

En los casos en que se refirieron al agua utilizada para higiene básica, baño y lavado de trastes y de ropa utilizando como fuente los pozos particulares, se habló de cantidades que iban desde 3 hasta 15 cubetas (de unos 4 galones de capacidad). Las personas que afirmaron lavar ocasionalmente el suelo de concreto de sus viviendas con agua del pozo, dijeron que usaban unas 10 cubetas por lo menos para ello.

## Anexo II.e. Consulta y elaboración de cartografía

La información cartográfica digital, tanto en formato vectorial como en formato ráster, de la que se ha podido disponer fue proporcionada en su mayoría por personal técnico trabajador y en prácticas del PNLL y de FUNDALACHUÁ. También se pudo obtener parte de la información geográfica que se utilizó y que se generó durante la elaboración del POT de la ERL, y personal de la USAC proporcionó la capa de microcuencas a nivel nacional, escala 1:50.000.

Se trata de capas sobre todo tipode aspectos del territorio: geología, fisiografía, vías de comunicación, etcétera, de las cuales se desconoce la fuente original, ya que los metadatos no están completos. A pesar de ello, se ha considerado pertinente el uso de esta información, ya que en las mencionadas instituciones se trabaja con ella de forma habitual.

Para el reconocimiento general del territorio se dispone de ortofotos de la zona. No obstante, finalmente se optó por utilizar *Google Earth*, por dos motivos:


- Esta aplicación ofrece imágenes de satélite de varios años. Para la comunidad Las Promesas – Nueve Cerros se dispone de imágenes de 2014.
- Las ortofotos disponibles no representan la situación actual, que era lo requerido principalmente para los fines del estudio. Además, tienen como sistema de proyección el GTM, mientras que el resto de información se encuentra en su mayoría en UTM.

Las coordenadas tomadas con GPS se introdujeron en hojas de cálculo y se exportaron al software *ArcGIS*. De este modo se pudo estudiar más a fondo la comunidad y a partir de ello se elaboró cartografía de la zona, incidiendo en aspectos relevantes para la temática del APS.

La elaboración de cartografía también comprendió la digitalización de distintos elementos a partir de imágenes tomadas de *Google Earth*. En las capas vectoriales disponibles que contienen información sobre la red hídrica se encuentran representadas varias corrientes hídricas intermitentes al norte de la comunidad, bien visibles en la imagen de satélite al estar ubicadas en zonas de parcelas cultivadas, sin vegetación que oculte los cauces. Sin embargo, en esas capas no se encuentran representados el río Promesas ni el arroyo Elisa, las dos corrientes continuas existentes en la comunidad, que son menos evidentes en la imagen satelital al recorrer zonas provistas de vegetación (bosque natural). A través del geoposicionamiento de algunos de sus puntos, junto con la digitalización a través de imágenes de satélite, se ha tratado de representar ambas corrientes en el mapa. Al respecto hay que tener en cuenta que el punto del nacimiento del arroyo Elisa no pudo ser determinado con exactitud en

campo y que parte del recorrido del río Promesas a su paso por la comunidad no pudo ser digitalizado, debido a la presencia de la cubierta vegetal y de la visualización de numerosos cauces de corrientes menores existentes en el entorno. Por tanto, los mapas que se incluyen en el TFM ofrecen una representación aproximada de tales corrientes.

### Anexo III. Acta firmada con la comunidad Las Promesas - Nueve Cerros

		
	Acta No 60 - 2014	
	En la aldea promesas Nueve Cerros muni.	
	cipio de Cobán departamento de A.-V.	
	Siendo las 15.30 hrs. de la tarde del día	
	Domingo 23 de marzo del año 2014. Reunidos	
	en el que ocupa la Casa Comunal los Señores	
	Cocobe y la Señora Ester miembro en	
	General para dejar constancia de lo siguientes.	
	Primero el sr. presidente Miguel Izib fue	
	dio la apertura la reunión y bienvenidos	
	a todos los presentes. y luego dando a conocer	
	los objetivos de la presente reunión.	
	Segundo se le dio uso de la palabra la	
	Señora Ester y hacer presente de su persona	
	ante la Asamblea. si lo conocen o no pero si	
	conocido por el trabajo que realizó en todos	
	los sectores de la comunidad. Tercero: la	
	Señora Ester, le informo ante la Asamblea que	
	durante los días que trabajo en todos los	
	Arroyo lo localizo muchos microbios y conta-	
	minaciones del Agua pero porque hay	
	contaminación que son causado por los letri-	
	na o poso por que los excrementos contrae	
	muchos microbios que no se puede ver a	
	simple vista. provoca diarrea vomito	
	fiebre Hepatitis y otros. Cuarto para	
	combatir los Gamosos vacunar a mejor	



manera de un proyecto del agua para consumir o agua de bebida

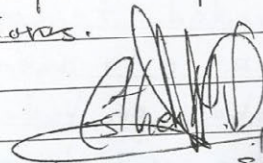
Quinto: intervinieron muchas opiniones en cuanto lo que es lavadera para los ama de casa. Se construira lavadera

para todos los ama de casa que si se logra un financiamiento. Sexto: la

señor Ester. Se compromete. en brindar el apoyo en la identificación de una institución u organizaciones para que se

→ ejecute el proyecto necesario para la comunidad. Séptimo en cuanto lo que es la distribución de las lavadera hay necesidad de saber cuantos mujeres llegan a lavar seria en los cuatro puntos 70 en 10 en cada punto. para evitar problema con las señoras.

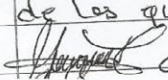
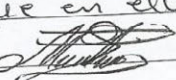
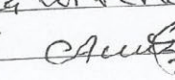
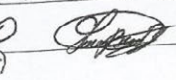
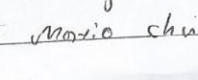
Octavo: en la parte final aparecen las



firmas los señores Ester Márquez Valdes.

Noveno: no habiendo mas que hacer costar se da

por finalizada de la presente en la misma en el mismo lugar y fecha a una hora des que de ser inicio firmantes para constancia de los que en ella intervinieron damos fe:

     marzo chin





## Anexo IV. Ejemplo de ficha diseñada y usada para toma de datos en entrevistas en las viviendas.

**TRABAJO DE FIN DE MÁSTER**

**"Acceso al agua potable y el saneamiento en la Ecorregión Lachuá (Guatemala). Posibilidades de actuación desde la cooperación al desarrollo humano: identificación de la problemática y propuesta de solución técnica en la comunidad Las Promesas, Cobán, A. V."**

**FICHA PARA LA TOMA DE DATOS EN LOS LOTES**

ID: 4

Entrevistado: V. H.      Nº entrevista: 4  
 Fecha: 18/02/2014      Hora: 11:25

**1. Localización.**  
 Número de lote: 34 A      Sector: I  
 Coordenadas GPS: X: 0481264      Y: 1767332      Z: 184  
*Constr. Lote*

**2. Croquis del lote:**

**3. Datos de la familia:**  
 - Número de familias que viven en el lote: 1  
 - Número de miembros por familia: 7  
 - Número de habitantes totales en el lote: 7  
 - Número de habitantes por sexo y rango de edad:  
 #varones < 18: 1      #varones >= 18 y < 60: 3      #varones >= 60: —  
 #mujeres < 18: 2      #mujeres >= 18 y < 60: 1      #mujeres >= 60: —  
 - Año de entrada en la comunidad: 25  
 - Parcela: Sí      (No)      Área: —  
 - Renta media:  
 - Fuentes de ingresos:  
Actividad agropecuaria  
 Por cuenta propia  
 ¿Es de subsistencia?  
 Producción anual:  
Por cuenta ajena (jornaleros)  
 - Industria, construcción o maquila: —  
 - Sector servicios (comercio, otros): —

**Enfermedades de origen hídrico:**  
 - Diarrea. Un par de veces al año. Más q. Comunes.  
Van al hospital.  
 - Alp. J. done.  
 - Holera tuvo, hace años.



4. Datos sobre agua y saneamiento:

- Forma/s de abastecimiento de agua en época de lluvia (cantidad, tiempo, encargados): Sumin.  
 Río/arroyos/quebradas:                      Nacimiento/manantial (pozo comunal):

Sistema CALL: Compania Peruana Pozo particular:                     

Compran el agua:                     

- Forma/s de abastecimiento de agua en época seca (cantidad, tiempo, encargados):  
 Río/arroyos/quebradas:                      Nacimiento/manantial (pozo comunal):

Sistema CALL:                      Pozo particular:                     

Compran el agua:

- Usos del agua (por época):  
 Consumo humano (beber y cocinar): Pozo comunal  
 Baño: No (se lava) Lavado de trastes: Pozo. Lote.  
           Tanque (luz). Lavado de ropa: Pozo. Limpieza de la casa: Se. (cuch.)  
 Regar plantas:                      Abrevar ganado:

- Métodos de desinfección del agua: Cloro. No. agua hervir.  
(pro. tanque).  
 Evacuación de aguas grises: No pile.

- Deposición de excretas:  
 Letrina:                      Pozo ciego:                       
 Pañales:                      hina lino.

5. Participación en charlas, talleres, capacitaciones, campañas sobre salud y hábitos de higiene:

Se participan.

(Coord. sat. GTM)	x	y	z	Elemento
0481253	1767332	(175)		Pozo (sellado)
0481241	1767331	(175)		Pozo ciego


Residuos:  
 Org.  
 Inorg.

Habr. Sum. y  
 no encuentran  
 la tubería.


Acuerda la  
 seña y las hojas.

Se viene descom.  
 x no se av.

## Anexo V. Documento con resultados del análisis físico-químico de aguas.



**UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA**  
**FACULTAD DE AGRONOMÍA**  
**LABORATORIO DE SUELO-PLANTA-AGUA "SALVADOR CASTILLO ORELLANA"**

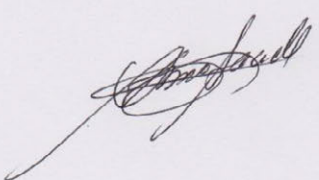


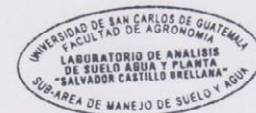
**INTERESADO: ESTHER MARQUEZ**  
**PROCEDENCIA: ECOREGION LACHUA, ALTA VERAPAZ**  
**FECHA DE INGRESO: 17/3/2014**

**ANALISIS DE AGUA**

IDENT	pH	µS/cm C.E.	Meg/litro				Ppm				RAS	CLASE
			Ca	Mg	Na	K	Cu	Zn	Fe	Mn		
M-1	7.8	456	2.09	1.11	1.30	0.06	0	0	0	0	1.03	C2S1
M-2	6.0	340	2.17	1.13	0.08	0.02	0	0	0	0.1	0.06	C2S1
M-3	6.8	135.1	0.95	0.27	0.12	0.03	0	0	0.4	0	0.15	C1S1
M-4	6.8	148	0.95	0.33	0.17	0.04	0	0	0.1	0.1	0.21	C1S1
M-5	5.8	39.3	0.25	0.06	0.08	0.003	0	0	0	0.1	0.21	C1S1
M-6	7.5	378	2.58	0.11	0.07	0.02	0	0	0	0	0.05	C2S1
M-7	5.6	28.3	0.15	0.88	0.07	0.003	0	0	0	0.1	0.21	C1S1

Según clasificación **USDA** la muestra se clasifica como:  
**C1** : AGUAS DE BAJA SALINIDAD  
**C2** : AGUAS DE MEDIANA SALINIDAD  
**S1**: AGUAS DE BAJA SODICIDAD ( bajo contenido de sodio)





CAMPUS CENTRAL, UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
 EDIFICIO UVIGER, TERCER NIVEL, CIUDAD UNIVERSITARIA, ZONA 12, GUATEMALA  
 CODIGO POSTAL 01012, APARTADO POSTAL 1545, TEL: (502)24189308, (502) 24188000 EXT 1562 Ó 1769

## Anexo VI. Documento con resultados del análisis bacteriológico de aguas.



### MINISTERIO DE SALUD PÚBLICA Y ASISTENCIA SOCIAL CENTRO DE SALUD TIPO "B" COBAN, ALTA VERAPAZ Unidad de Saneamiento Ambiental

#### Información de la(s) Muestra(s) ANÁLISIS BACTERIOLOGICO DE AGUA

Procedencia: LAS PROMESAS  
Municipio: Coban Departamento: Alta Verapaz  
Responsable Toma: Gladis Marisol Cargo: ISA  
Fecha Ingreso: 25/02/2014 Nombre del Sistema: Arroyo Eliza y Pozos  
Fecha Egreso: 26/02/2014

#### Resultado del Análisis

No.	LUGAR DE TOMA DE MUESTRA	HORA	COLIFORMES TOTALES	COLIFORMES FECALES	CLORO mg/L	TURBIDEZ UNT	pH
1	Arroyo Eliza	9.03	2	144	0		
2	Arroyo Eliza parte baja	9.30	12	144	0		
3	Rio las Promesas	9.38	incontable	1	0		
4	Pozo de doña Rita Maquin	10.10	incontable	0	0		
5	Pozo Comunal	10.55	17	20	0		
6	Pozo de doña Juana Laj	11.30	14	42	0		

Gladis Marisol Roche  
Inspector de Saneamiento Ambiental

#### Método:

Membrana de filtración. La Norma Coguanor NGO 29 001 Agua Potable: Establece "...El volumen de agua a utilizar con la membrana de filtración es de 100 mL. Se acepta como límite una colonia de coliformes totales y ausencia de Escherichia Coli en 100 mL. de agua. La ausencia de coliformes se interpreta que la muestra aislada satisface la norma de calidad para consumo humano..."

MUES: Unidad Nefelométrica de turbiedad.

mL mililitros  
☐ No muestreado

Los resultados encontrados se refieren a la(s) muestra(s) tal como fue(ron) entregada(s) y no necesariamente al lote entero del cual fue(ron) tomada(s).

#### OBSERVACIONES:

#### MUESTRA(S) NO ACEPTABLE(S):

SEGÚN NORMA COGUANOR NGO 29001 "ESPECIFICACIONES PARA AGUA POTABLE",

Vo.Bo.

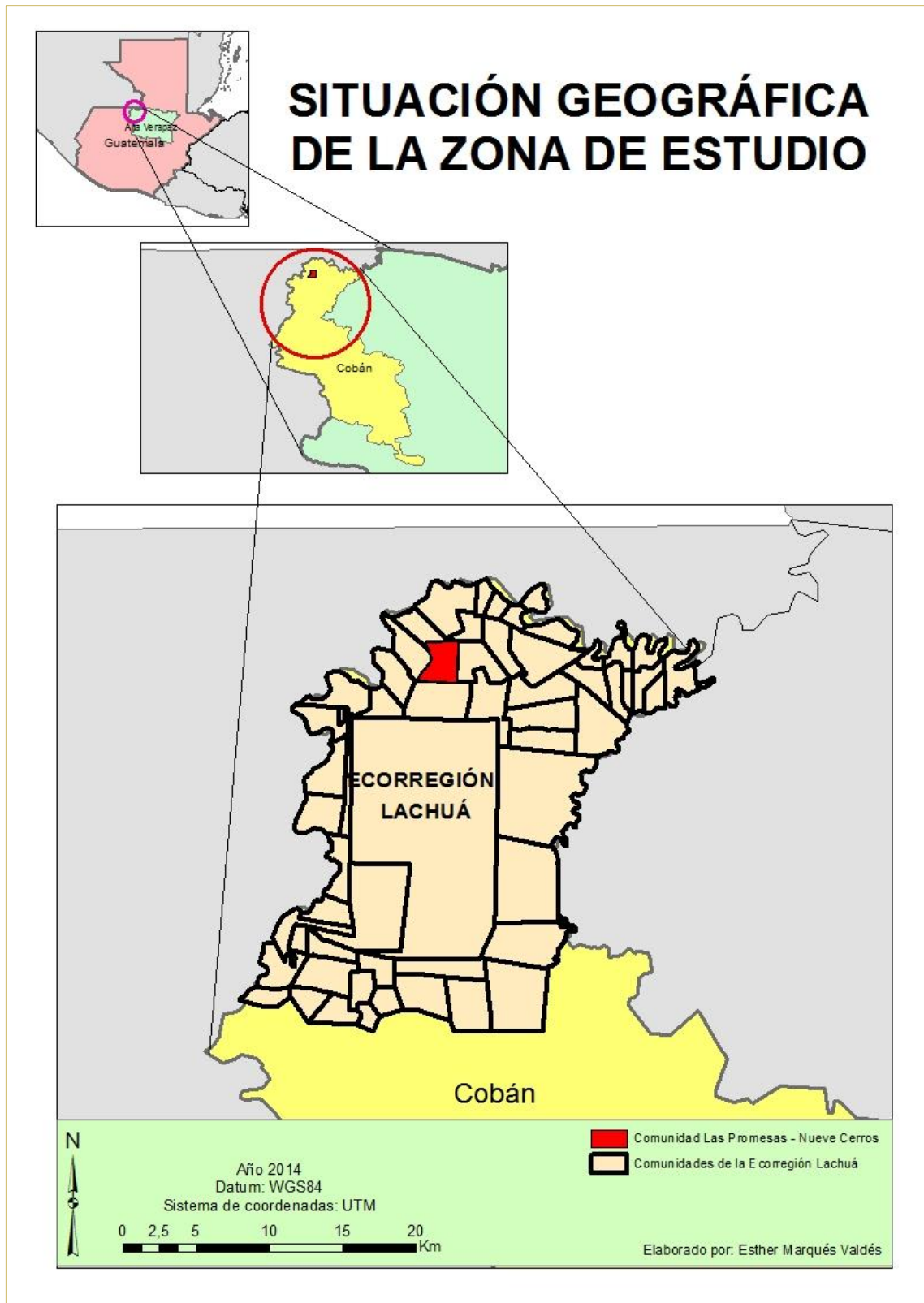
Dr. Julio Enrique Rosales  
Director Centro de Salud Coban

----- ÚLTIMA LINEA -----

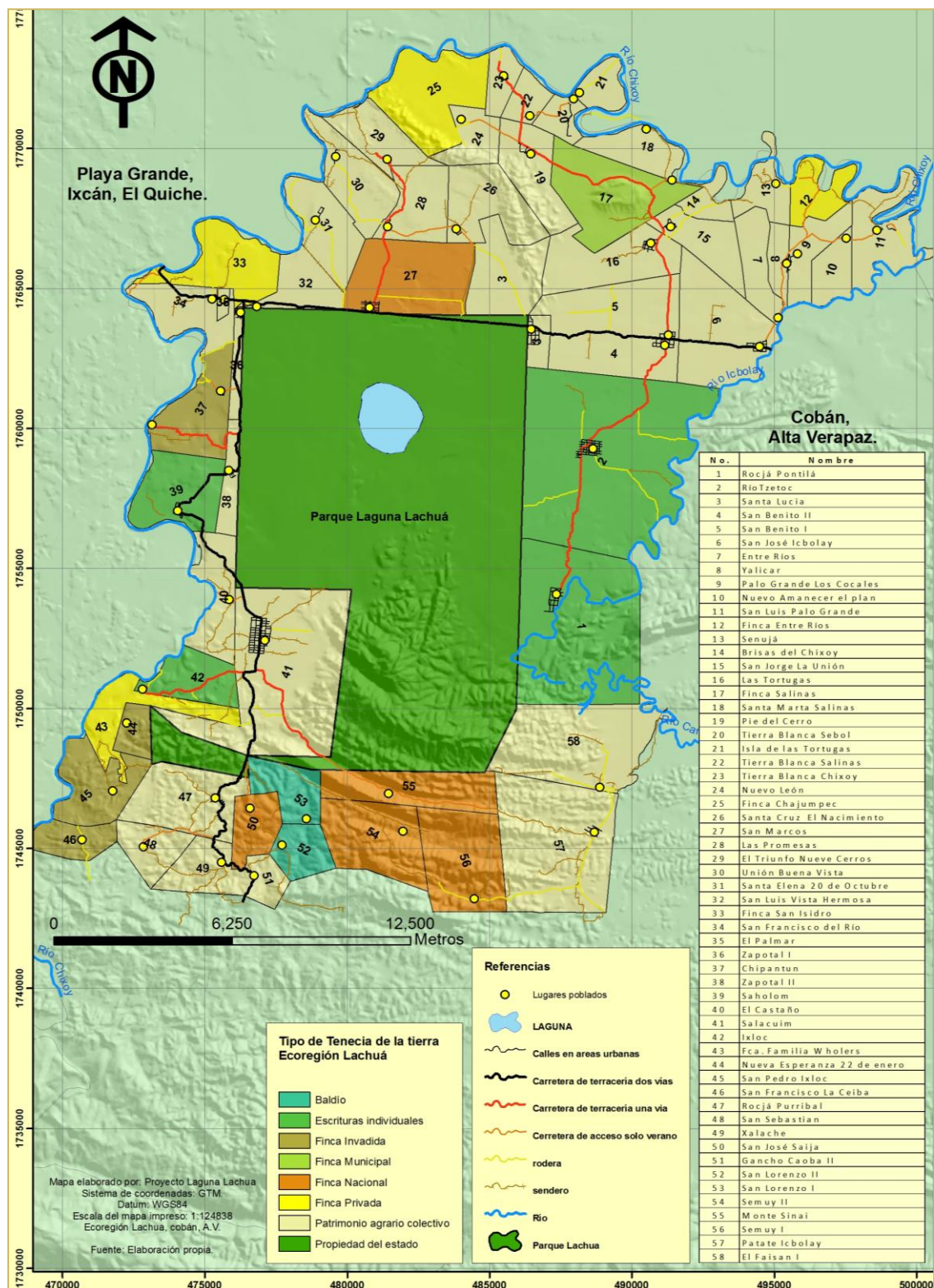


## Anexo VII. Cartografía

## Anexo VII.a. Situación geográfica de la zona de estudio



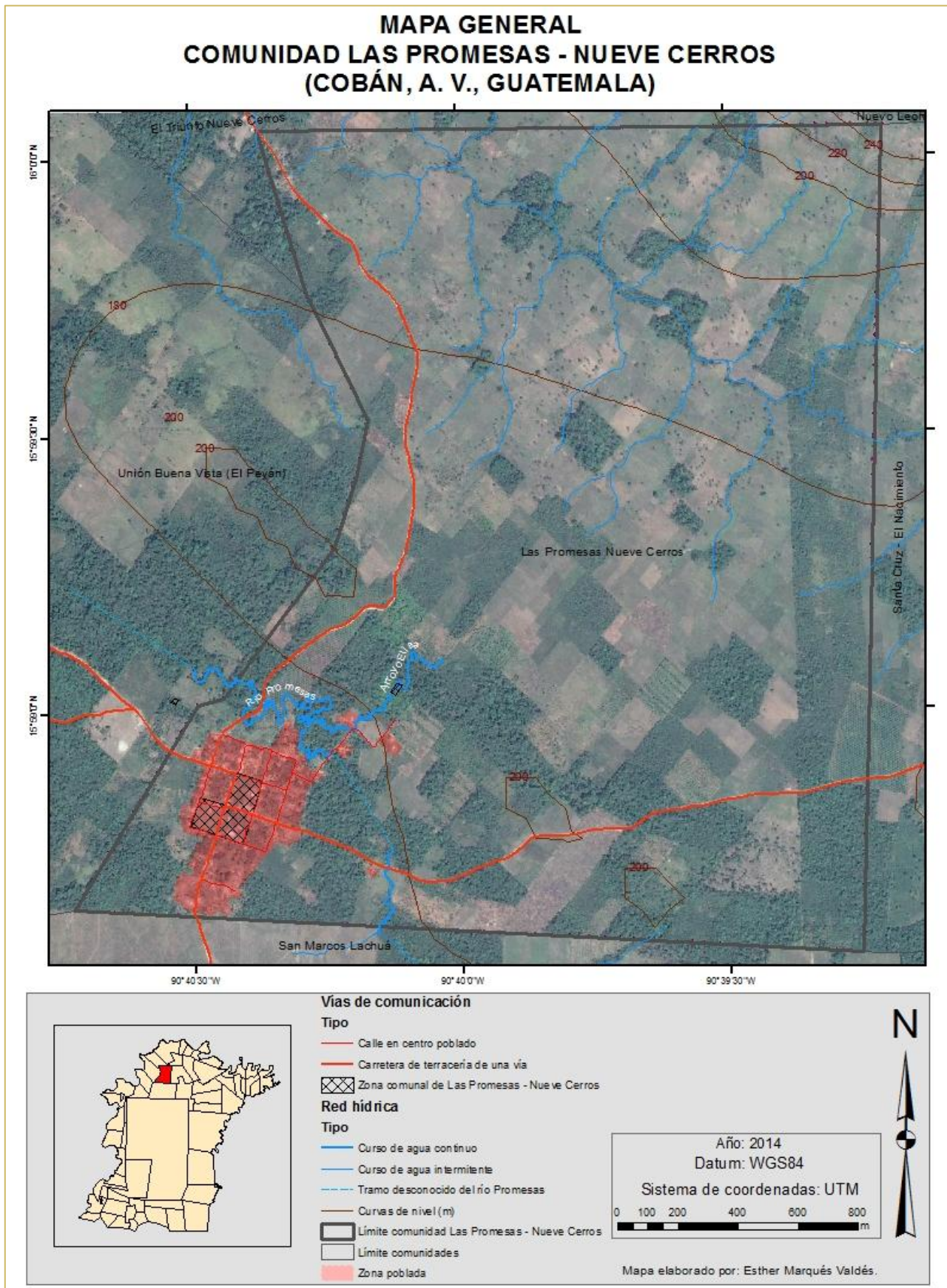
## Anexo VII.b. Mapa general de la Ecorregión Lachúa



Fuente: CONAP, INAB y MAGA (2011)



## Anexo VII.c. Mapa general de la comunidad Las Promesas – Nueve Cerros





## Anexo VII.d. Mapa: acceso al agua y el saneamiento en la comunidad

